



НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

ПАЛЕСКІ АГРАРНА-ЭКАЛАГІЧНЫ ІНСТЫТУТ

ПРЫРОДНАЕ АСЯРОДДЗЕ ПАЛЕССЯ:

АСАБЛІВАСЦІ І ПЕРСПЕКТЫВЫ РАЗВІЦЦА

**Зборнік навуковых прац
X Міжнароднай навуковай канферэнцыі
«Прыроднае асяроддзе Палесся і навукова-практычныя аспекты
рацыянальнага рэсурсакарыстання»**

Заснаваны ў 2008 годзе

Выпуск 14

14–16 верасня 2022 года

Брэст, Рэспубліка Беларусь

Брэст
Альтэрнатыва
2022

УДК [502/504+574](476-13)(082)

Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. Зборнік навуковых прац X Міжнароднай навуковай канферэнцыі «Прыроднае асяроддзе Палесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсакарыстання», г. Брэст, 14–16 верасня 2022 г. / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі; рэдкал. М.В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст : Издательство "Альтернатива", 2022. – Вып. 14. – 188 с.

У зборніку навуковых прац змешчаны матэрыялы X Міжнароднай навуковай канферэнцыі «Прыроднае асяроддзе Палесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсакарыстання», прысвечаныя абагульненню нацыянальнага і замежнага вопыта па захаванню ландшафтнай і біялагічнай разнастайнасці ва ўмовах антрапагеннай трансфармацыі асяроддзя, рацыянальнаму выкарыстанню зямельных (глебавых) і водных рэсурсаў рэгіёна, экалагасумяшчальным тэхналогіям у раслінаводстве і выкарыстанні адходаў, а таксама па выпрацоўцы шляхоў вырашэння надзённых праблем Палесся, якія забяспечаць устойлівае сацыяльна-эканамічнае развіццё трансгранічнага рэгіёна.

Выданне адрасавана навукоўцам, спецыялістам сельскай, лясной гаспадарак і органаў аховы навакольнага асяроддзя, выкладчыкам і студэнтам адпаведных спецыяльнасцей УВА.

Рэдакцыйная калегія:

М.В. Міхальчук (галоўны рэдактар)

А.М. Ажгірэвіч, М.А. Багдасараў, В.М. Босак, А.А. Волчак, С.Я. Галаваты, В.Т. Дзямянчук,
Л.М. Іёвік, І.І. Кірвель, І.І. Ліштван, Ул.Ф. Логінаў, П.С. Лопух, А.С. Меяроўскі, М.А. Пастухова,
Т.А. Раманава, В.С. Хоміч, Л.С. Цвірко, Н.Ф. Цярлецкая,
А.А. Брыль (адказны сакратар)

ISBN 978-985-521-766-5

© Палескі аграрна-экалагічны інстытут
НАН Беларусі, 2022
© Афармленне. ПВГУП «Издательство
"Альтернатива"», 2022

ЗМЕСТ

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

А.Н. Ажгиревич, Н.В. Михальчук, Е.А. Брыль СИСТЕМА ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ИМПАКТНОЙ ЗОНЕ СЭЗ «БРЕСТ» ПЛОЩАДКА «АЭРОПОРТ»	6
А.А. Волчек ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ПОЛЕССКОГО РЕГИОНА БЕЛАРУСИ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ	12
А.А. Волчек, А.В. Гречаник ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ	19
И.В. Выродов, Д.В. Молчанова ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ КОРМОВЫХ УЧАСТКОВ ПЧЕЛ.....	24
О.И. Грядунова, Д.С. Солоха СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕК БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	28
Я.К. Еловичева, Н.М. Писарчук ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИ ИЗУЧЕННЫЕ РАЗРЕЗЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ КАК ОСОБО ЦЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРИРОДНОГО НАСЛЕДИЯ	34
А.П. Колбас, И.В. Бульская, И.Н. Яковук, В.С. Нестерук, М.М. Дашкевич ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ЗОЛЫ, ПОЛУЧАЕМОЙ НА ОБЪЕКТАХ БИОЭНЕРГЕТИКИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	39
Н.Ю. Колбас, А.П. Колбас, М.М. Дашкевич, П.В. Качанович, А.М. Подлужная ОЦЕНКА ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ЛЕСНЫХ ЯГОДНИКОВ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА	43
Б.В. Курзо, А.Ю. Татков, О.М. Гайдукевич ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ САПРОПЕЛЯ В ЗАПАДНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЧАСТЯХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ.....	48
Н.В. Михальчук, Е.А. Брыль, А.Н. Ажгиревич, П.В. Качанович, М.М. Дашкевич, С.Н. Михальчук СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ОГОРОДНЫХ УЧАСТКОВ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ПИНСКА И БЕРЕЗЫ).....	55
Н.В. Михальчук, Е.А. Брыль, М.М. Дашкевич ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МАКРОМИЦЕТАМИ В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ (ОКРЕСТНОСТИ ПОС. ЗЕЛЕНый БОР ИВАЦЕВИЧСКОГО РАЙОНА).....	60
Л.А. Набиева СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В МАЛЫХ РЕКАХ БАССЕЙНА ЗАПАДНОГО БУГА	66
П.И. Пыленок ОЗЕРА МЕЩЕРСКОГО ПОЛЕСЬЯ КАК ОБЪЕКТ МОНИТОРИНГА И ОХРАНЫ	69
В.А. Ракович ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БОЛОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ	73
А.А. Сидорович ДЕМОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ПОЛЕСЬЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВВ. (НА ПРИМЕРЕ СТОЛИНСКОГО РАЙОНА)	78
М.И. Струк, С.Г. Живнач ОЦЕНКА МИНЕРАЛИЗАЦИИ И БИОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД ВОДОХРАНИЛИЩА СТАЙКИ	83
Н.А. Уланов ЗАВИСИМОСТЬ РЕЖИМОВ ПРОМЕРЗАНИЯ И ОТТАИВАНИЯ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ ОТ НОРМЫ ОСУШЕНИЯ И МОЩНОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА.....	89
Т.А. Шелест, А.Н. Полюхович ВОДОХРАНИЛИЩНЫЙ ФОНД БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ	92

СЕЛЬСКАЯ ГАСПАДАРКА

А.С. Антонюк, А.В. Сорока, А.Н. Гапонюк, Н.Ф. Терлецкая, Е.М. Глушень ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНО-БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ДЛЯ ПОДКОРМКИ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ ТРАВ	97
З.А. Зайцева ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОРМОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОНСЕРВАНТА КАРОСИЛ	101

Л.Н. Иовик, А.Н. Ажгиревич, М.М. Дашкевич ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ	105
Т.М. Кирдун, Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева, Ю.А. Белявская ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ГИБЕРЕЛОН И ЭТАМОН БИО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ	110
Н.Н. Костюченко, А.Н. Гапонюк, А.В. Сорока ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ КОРМОВЫХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕССКОГО РЕГИОНА	115
Н.Н. Костюченко, А.В. Сорока, А.Н. Гапонюк ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ ТРАВСТОЕВ НА ЛЕГКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ.....	119
А.Н. Лицкевич, О.Е. Чезлова, М.В. Гулькович ПЕРЕРАБОТКА ОСАДКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ЩУЧИНСКОГО ФИЛИАЛА ОАО «МОЛОЧНЫЙ МИР» И ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА	124
М.А. Пастухова ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОХРАННОСТИ СИЛОСА В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	128
В.К. Сердеров, Б.К. Агамов, Д.В. Сердерова РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ПОЧВОЗАЩИТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ.....	132
С.А. Теймуров РАЗЛИЧИЯ РЕЛЬЕФНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЧВЫ И ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ	136

ЭКАЛОГІЯ

И.В. Абрамова ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	142
Е.Н. Басалай ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ.....	146
И.И. Вага, А.И. Чухольский, А.А. Кравченко, М.Ю. Семашко АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МИРОВЫХ ПРАКТИК ПОДГОТОВКИ ОСАДКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД	152
В.В. Демянчик, В.Т. Демянчик СТАЦИИ И МЕСТООБИТАНИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПТИЦ НА ГОРОДСКИХ ЗЕМЛЯХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ....	156
В.Т. Демянчик, М.Г. Демянчик, В.П. Рабчук, В.В. Демянчик КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ ПТИЦ БРЕСТА.....	161
Н.Ю. Колбас ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ПЛОДОВ <i>VACCINIUM MYRTILLUS L.</i>	167
А.Н. Лицкевич, О.Е. Чезлова, М.В. Гулькович, Л.А. Набиева, Л.И. Чирук, А.Ф. Демянчук ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБРАЗУЕМОГО ФИЛЬТРАТА ПОСЛЕ УПЛОТНЕНИЯ СМЕСИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КПУП «БРЕСТСКИЙ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД»	170
А.З. Миндубаев, Э.В. Бабынин, Е.К. Бадеева, С.Т. Минзанова БИОДЕСТРУКЦИЯ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ: ВТОРОЙ ДЕСЯТОК ЛЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	175
В.В. Шималов ДОПОЛНЕНИЕ И АНАЛИЗ СВЕДЕНИЙ О НЕМАТОДАХ И АКАНТОЦЕФАЛАХ БЕЛАРУСИ	178
В.Н. Штепа, А.Б. Шикунец ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПРОТИВОДЕЙСТВИЕМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....	184

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

УДК 504.064.36:504.054:504.064.2.001.18

СИСТЕМА ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ИМПАКТНОЙ ЗОНЕ СЗЗ «БРЕСТ» ПЛОЩАДКА «АЭРОПОРТ»

А.Н. Ажгиревич, Н.В. Михальчук, Е.А. Брыль

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье отражены основные принципы и подходы, использованные при создании системы долговременного импактного мониторинга загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами на примере предприятия по изготовлению свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, а также приведены результаты определения условно фонового содержания тяжелых металлов в зоне предполагаемого загрязнения.

Ключевые слова: тяжелые металлы, почвы, экологический мониторинг

Введение

Экологическое состояние почвенного покрова является важнейшим показателем глубины происходящих изменений в окружающей среде. Поступление тяжелых металлов (ТМ) на почвенный покров создает потенциальную угрозу живым организмам, в том числе и человеку. Вместе с тем почва является одним из важнейших защитных, биохимических барьеров для ряда соединений на пути их миграции в грунтовые воды и растения. По этой причине химический анализ почв является основной частью биогеохимических исследований в ареалах аэротехногенных загрязнений.

Как известно, мониторинг окружающей среды – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяющие выделить изменения их состояния и происходящие в них процессы под влиянием антропогенной деятельности. В Республике Беларусь экологический мониторинг окружающей среды реализуется на нескольких уровнях: национальном, региональном и локальном. Локальный мониторинг окружающей среды на предприятиях является разновидностью мониторинга в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС). Локальный мониторинг находится в ведении субъектов хозяйствования – потенциальных эмитентов загрязняющих веществ.

Пунктами наблюдений локального мониторинга почв (грунтов) являются пробные площадки на территориях предприятий и (или) в границах их санитарно-защитных зон (СЗЗ). Нормативными актами [1] устанавливается, что размер СЗЗ должен обеспечивать достаточный уровень безопасности для здоровья населения от вредного химического, биологического, физического воздействия объектов, соблюдение установленных гигиенических нормативов и приемлемых уровней риска для жизни и здоровья населения на границе СЗЗ и за ее пределами. Однако на практике химическое загрязнение местности аэрогенного типа зачастую простирается далеко за границы СЗЗ; следовательно, за пределы зоны ответственности предприятий-эмитентов. Так, известно [2-4], что аэрогенные выбросы крупных предприятий металлургической отрасли способны формировать зоны со сверхнормативным содержанием ТМ в почве радиусом до 25 км и более. Одновременно, такого рода наблюдения неподвластны системам странового/регионального мониторинга НСМОС по причине разреженности сети пунктов наблюдения.

Существуют некоторые проблемы и с установлением границы СЗЗ, которая, согласно действующему законодательству, всегда имеет форму окружности правильной формы, в центре которой находится источник загрязнения. Несмотря на очевидные выгоды упомянутого унифицированного подхода, распределение выпадений аэрогенных загрязнений на почвенный покров на конкретной местности может иметь иную форму, обусловленную направлениями ветрового переноса в течение календарного года, рельефом местности, степенью антропогенной трансформации территории и другими факторами.

Загрязнение окружающей среды ТМ в результате производственной деятельности предприятий, производящих свинцово-кислотные аккумуляторные батареи (АКБ), связано прежде всего с аэрогенным характером загрязнения. По данным масштабного исследования [5], произведенного Институтом географии РАН в различных промышленных центрах РФ, атмосферный путь поступления ТМ в почву вокруг промышленного предприятия является приоритетным, намного превосходя поступления элементов-загрязнителей с твердыми отходами или сточными водами, за исключением случаев ненадлежащего обращения с ними.

С учетом фактора переброса факела (от источников выбросов через трубы, установленные на крыше предприятия), эффективности работы фильтрующего оборудования, а также фактических объемов выпуска аккумуляторных батарей, достаточно трудно прогнозировать потенциальную нагрузку на окружающую среду, в частности, пространственно-количественные характеристики осаждения выбросов соединений ТМ на почвенный покров. Рациональным решением вопроса может стать регулярный многолетний мониторинг почвенного покрова, производимый как на территории предприятия и в границах СЗЗ, так и за её пределами – импактный мониторинг, обусловленный воздействием на окружающую среду данного точечного источника загрязнения.

Цель работы: создание системы геохимического мониторинга загрязнения тяжелыми металлами (Pb, Zn, Cd, Cu) почвенного покрова и растительности в ареале СЭЗ «Брест» площадки «Аэропорт» и на прилегающих территориях, подвергающихся техногенному воздействию предприятия по изготовлению аккумуляторных батарей.

Объекты и методы исследования

В качестве основного источника загрязнения почвенного покрова ТМ и, в особенности – свинцом, в районе исследований следует рассматривать производственную деятельность завода ООО «Аккумуляторный Альянс» по производству автомобильных аккумуляторных кислотных батарей, введение которого в эксплуатацию состоялось в 2021 году. Предприятие расположено на восточной окраине территории СЭЗ «Брест», площадка «Аэропорт» (рисунок 1).

Исследуемый участок местности представляет собой плоскую поверхность поймы реки Мухавец, низину с маловыраженным рельефом. В геоморфологическом отношении исследуемая территория относится к Брестской низине; ее формирование связано с деятельностью днепровского ледника и водно-ледниковых потоков сожского оледенения. Пойма реки Мухавец характеризуется плоским рельефом и слабо выраженной дифференциацией речных пойм на прирусловую, центральную и притеррасную части, что обусловило специфику генетических особенностей почвенного покрова. Ледниковые наносные отложения и продукты их последующей переработки покрывают довольно мощным чехлом коренные образования и в пределах рассматриваемой территории являются преобладающими почвообразующими породами, сложенными водно-ледниковыми отложениями преимущественно супесчаного и песчаного гранулометрического состава, местами древнеаллювиальными песками, а пойма реки Мухавец – аллювиальными минеральными и органогенными отложениями. Почвенный покров описываемой территории сформировали почвы автоморфного, полугидроморфного и гидроморфного ряда. Наибольшее распространение на водосборных территориях получили автоморфные почвы дерново-подзолистого типа легкого гранулометрического состава.



Рисунок 1 – Расположение завода по выпуску АКБ в границах СЭЗ «Брест» площадка «Аэропорт»

Почвы на территории предприятия относятся к антропогенно-преобразованным в результате выравнивания рельефа, выемки грунта, обустройства участков для последующего озеленения (газоны) и пр., со слабо дифференцированными генетическими горизонтами. Наблюдаются почвы уплотненные, бесструктурные, с включением непочвенного материала (гравий, строительный мусор). Значительная часть территории предприятия, не занятая зданиями и сооружениями, находится под асфальтовым покрытием: оборудованы подъездные пути для автотранспорта, стоянки, площадки для погрузочно-разгрузочных работ.

Проходящая с севера от исследуемой территории автомагистраль М1/Е-30 Берлин-Варшава-Минск-Москва не оказывает существенного влияния на загрязнение почвенного покрова в локации по причине её удаленности

(600 м). Аэропорт «Брест» слабо загружен рейсами и также не оказывает заметного влияния на экологическую ситуацию. В процессе деятельности прочих предприятий СЭЗ (ЗАО «Белс», ООО «Белбаупласт», ИООО «Фриза Индастри», ООО «БОНШЕ», ИООО «Профили Вокс», ООО «БЕЛИНЕКО» и др.) в атмосферу эмитируется незначительное количество загрязняющих веществ (включая ТМ) в силу специфики их производственной деятельности.

В санитарно-защитную зону предприятия (СЗЗ) входят как нативные почвы лесного массива, примыкающего к территории завода с южной стороны, так и почвы сельхозугодий (пашня) с востока и севера, а также урбано-земы, сформированные из привозного грунта на территории СЭЗ с западной стороны.

Определение ТМ в почвенных образцах производилось по СТБ ИСО 11047-2006 «Качество почвы. Определение содержания кадмия, хрома, кобальта, меди, свинца, марганца, никеля и цинка, экстрагированных царской водкой из почвы. Пламенный и электротермический методы атомно-абсорбционной спектроскопии» на атомно-абсорбционном спектрометре SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS с пламенным атомизатором.

Результаты исследований и их обсуждение

В рамках концепции почвенно-экологического мониторинга, разработанного Г.В. Мотузовой [6], оценка степени загрязнения почв должна проводиться, прежде всего, путем сравнения с некоторой универсальной «нормой» – уровнем содержания элементов в почвах фоновых территорий. Однако, выбор достоверного фонового значения содержания ТМ в почвах для сравнительных оценок является одним из наиболее спорных вопросов. Как хорошо видно из данных, приведенных в таблице 1, разбросы значений фоновых концентраций элементов в ряде случаев достигают двух-кратной величины, что может стать причиной значительной погрешности в оценках динамики загрязнения за длительный период мониторинга.

Таблица 1 – Фоновое содержание ТМ в почвах Республики Беларусь и Брестской области, валовые формы, мг/кг

№	Показатель	Pb	Cd	Cu	Zn
1	Концентрации ТМ в дерново-подзолистых почвах юго-запада Беларуси (субрегиональный фон), мг/кг [по данным исследований ПАЭИ, выполненных в 2015-2019 гг.]	5,39	0,09	1,29	7,43
2	Среднее фоновое содержание для почв Беларуси (наблюдения 2014 г.), [Экологический бюллетень, 2015]	4,6	0,1	3,5	13,6
3	Среднее содержание в землях (включая почвы) на фоновых территориях Республики Беларусь [по данным НСМОС, 2017 г.]	9,8	0,11	4,1	16,7
4	Среднее содержание в землях (включая почвы) на пунктах наблюдений на фоновых территориях Брестской области [по данным НСМОС, 2017 г.]	8,35	0,12	4,2	11,45

Согласно нормативным документам [7], фоновая концентрация – концентрация химического вещества в почвах (грунтах) на фоновой территории; фоновая территория – территория, удаленная от явных и потенциальных источников загрязнения почв, с аналогичными с обследуемой территорией гранулометрическим составом почв (грунтов), категорией и видом земель, а также со сходным с обследуемой территорией растительным покровом. Стационарные пункты наблюдения за химическим загрязнением на фоновых территориях НСМОС размещаются, как правило, на особо охраняемых природных территориях (в частности, – Березинский заповедник), в ландшафтных заповедниках, заказниках, на значительном удалении от потенциальных источников выброса ТМ в окружающую среду (фактор трансграничного переноса в данном случае не учитывается в силу относительно равномерного выпадения ТМ, количественно понижающегося по оси «запад-восток»). Полученные многолетние данные наблюдений НСМОС широко используются в нормативных документах, регламентирующих работы по нормированию содержания химических веществ в землях (включая почвы), таких, как ТКП 17.03-06-2019 (33140) и оценке степени загрязнения почвенного покрова, реализации мероприятий по обращению с загрязненными землями.

Однако, по нашему мнению, «универсальные» региональные значения фонового содержания ТМ в почвах и растительности более подходят для задач мониторинга загрязнения обширных территорий и сравнительных оценок экологического благополучия на страновом уровне, чем для мониторинга на относительно небольшом участке местности, подверженном локальному загрязнению, в частности – импактному загрязнению от определенного точечного источника.

Кроме того, фоновые значения содержания ТМ, приводимые НСМОС, нельзя считать усредненными для конкретного субрегиона, например – для юго-запада Беларуси. Причина заключается в явно недостаточном количестве стационарных пунктов наблюдения, определяемых доминирующими типами почв в регионе (субрегионе).

По данным многочисленных исследований известно, что концентрации ТМ в почве в значительной степени зависят от интенсивности процессов их миграции в почвенных горизонтах, определяемых типом почвы,

обеспеченностью гумусом и гранулометрическим составом почв. Так, фоновое содержание некоторых ТМ в торфяных болотных почвах может превышать уровни, фиксируемые в дерново-подзолистых почвах, более чем в два раза. Эти особенности обычно не учитываются при определении средних региональных и субрегиональных фоновых значений.

На начальном этапе формирования системы импактного мониторинга нами проведена сравнительная оценка степени загрязнения почвенного покрова по отношению к субрегиональному фону (п. 1 таблицы 1). Полученные данные (рисунок 2) свидетельствуют, что средние значения содержания свинца близки к усредненным значениям субрегионального фона (5,39 мг/кг), но существенно меньше данных, полученных в рамках НСМОС (п. 4 таблицы 1).

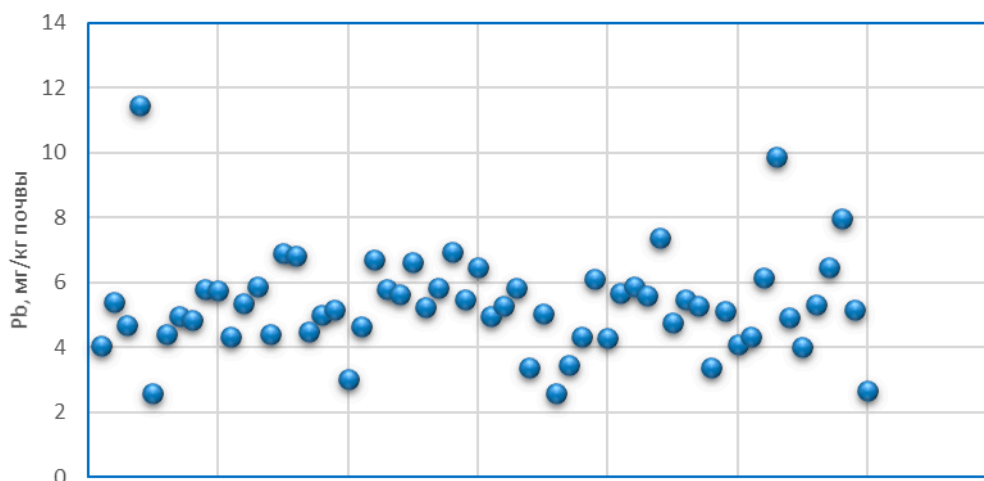


Рисунок 2 – Распределение проб по валовому содержанию свинца в почве

Минимальное валовое содержание свинца (мг/кг почвы) составило 2,57 мг/кг, максимальное – на пробной площадке с дегроторфяной торфяно-минеральной почвой – 11,45 мг/кг (в силу специфики накопления элементов органогенной почвой). Статистический анализ данных демонстрирует, что подавляющее большинство взятых проб почв имеет содержание свинца в диапазоне 3,8-7,0 мг/кг, причем распределение величин имеет характер, близкий к нормальному.

Формирование системы импактного мониторинга (СИМ) из 60 «базовых» пробных площадок состоялось в 2018 г., еще до начала работы предприятия по выпуску АКБ ООО «Аккумуляторный Альянс».

В ходе проведенных в 2018–2020 гг. исследований установлены особенности накопления приоритетных элементов загрязнителей в почвах зоны мониторинга. Определены абсолютные значения содержания ТМ в почвах на каждой ПП, а также следующие условно-фоновые, «базовые» диапазоны содержания ТМ в почвах зоны мониторинга: Pb – 3,8-7,0 мг/кг, Cu – 1,0-4,0 мг/кг, Zn – 5,0-15,0 мг/кг. Фоновое содержание Cd, как правило, составляет <0,1 мг/кг.

Относительно малая высота расположения над поверхностью земли горловин труб завода и точек выброса вентиляционных установок на крыше производственного корпуса позволяет предположить, что зона переброса факела (-ов) выбросов не будет превышать нескольких сотен метров, а осаждение основной массы аэрозолей, пылевых и микропылевых частиц, содержащих ТМ, будет происходить в радиусе, не превышающем 2-3 км от территории завода, при этом будет фиксироваться градиент концентраций (содержание ТМ в пробах будет понижаться с удалением от источника загрязнения).

Предполагается, что через определенное время после начала работы производства и фактического старта эмиссии ТМ в окружающую среду на некотором числе «базовых» пробных площадок будет наблюдаться рост содержания свинца по отношению к «стартовым» значениям концентраций в почве и других объектах в этой же точке местности. Поэтому за основу следует взять именно эти начальные, индикативные величины концентраций ТМ, рассматривая их в качестве «условно-фоновых», или базовых. Только при таком подходе возможен корректный сравнительный анализ загрязнения окружающей среды, прогнозирование содержания ТМ в различных средах и объектах и принятие своевременных мер для минимизации экологических последствий.

По нашему мнению, основными целями импактного мониторинга являются:

1. Систематические наблюдения и определение степени превышения концентраций ТМ в объектах окружающей среды над условно-фоновыми уровнями, а также скорости роста загрязнения ТМ (динамики загрязнения).
2. Прогнозирование загрязнения ТМ, оценка угроз, рекомендации по минимизации последствий.

3. Определение уровня техногенного воздействия на природную среду и отдельные ее компоненты (почвенный покров, растительность) в конкретной локации, при достижении которого дальнейшее увеличение загрязнения будет считаться недопустимым.

Нами предложены следующие принципы дизайна и функционирования СИМ при условии делящегося загрязнения окружающей среды ТМ от точечного источника (промышленные предприятия):

1. Площадь зоны импактного мониторинга прямо зависит от максимально возможных величин выбросов основного контролируемого вещества-загрязнителя за определенный период времени (например, год), его физических и химических свойств, класса опасности.

2. Уникальная геометрическая форма (контур) зоны импактного мониторинга при условии доминирования аэрогенного типа выбросов определяется розой ветров в локации, количеством и взаиморасположением точек выброса на объекте, а также особенностями местности (наличие населенных пунктов, магистралей, промзон, водных объектов, лесных массивов и т. д.).

3. Количество пробных площадок должно быть соизмеримо с контролируемой площадью (зоной) импактного мониторинга. Рекомендуется использовать метод трансект для установления градиента загрязнения по направлению от источника загрязнения.

4. Плотность расположения пробных площадок уменьшается по мере удаления от источника выбросов. Однако, если в зоне риска загрязнения ТМ находятся населенные пункты, следует увеличить плотность пробных площадок по направлению от источника загрязнения к населенным пунктам для мониторинга угроз здоровью граждан.

5. Должна строго соблюдаться периодичность отбора проб почв на одних и тех же пробных площадках, оптимально – 1 раз в год.

6. Помимо почвы, в систему импактного мониторинга должны быть включены объекты, способные накапливать ТМ и служить индикаторами роста их концентраций над условно-фоновыми уровнями (к примеру, некоторые объекты растительного мира, грибы, лесная подстилка).

7. Достоверные прогнозы загрязнения местности ТМ могут быть сделаны только на основе анализа массива данных, полученных в результате многолетних наблюдений.

Обязательным условием мониторинга в рамках развернутой СИМ является достижение полноты собираемых данных (охвата данных) во временном масштабе, пространственная репрезентативность и непротиворечивость данных, полученных на массиве пробных площадок. Созданная Институтом СИМ включает сеть из более 80 ПП и занимает 21,6 км².

Выбранная нами стратегия периодического отбора проб представляется адекватной для решения задач оценки многогодичной динамики содержания ТМ; тренды изменения содержания ТМ в почвенном покрове (особенно – в нативных почвах), а также в растительности, лесных подстилках должны быть установлены с высокой точностью. Предполагается, что накопление химических веществ-загрязнителей в почвенном покрове и растительности не будет иметь «взрывной» характер; потенциальная многолетняя положительная динамика аккумуляции ТМ будет определяться разнонаправленными процессами, поскольку накопление ТМ в различных горизонтах почв, как нативных, так и сельскохозяйственных, имеет разный характер и зависит от многих факторов. Соответственно, к оценке угроз загрязнения окружающей среды и, в итоге, угроз здоровью проживающего в локации населения, должен быть применен дифференциальный подход.

Предложенные нами принципы и подходы к формированию пространственного дизайна системы импактного мониторинга могут быть использованы применительно к любым точечным источникам загрязнения ТМ с потенциальными рисками для окружающей среды как в Республике Беларусь, так и за рубежом.

Список использованных источников

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 11.12.2019 № 847 Специфические санитарно-эпидемиологические требования к установлению санитарно-защитных зон объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду.

2. Ведрова, Э.Ф. Биогеохимическая оценка лесных экосистем в зоне влияния Норильского промышленного комплекса / Э.Ф. Ведрова, Л.В. Мухортова // Сибирский экологический журнал. – 2014. – № 6. – С. 933–944.

3. Евдокимова, Г.А. Содержание и токсичность тяжелых металлов в почвах зоны воздействия воздушных выбросов комбината «Североникель» / Г.А. Евдокимова [и др.] // Почвоведение. – 2011. – № 2. – С. 261–268.

4. Kozlov, M.V. Industrial barrens: Extreme habitats created by non-ferrous metallurgy / M.V. Kozlov, E.L. Zvereva // Rev. Environ. Sci. Biotechnol. – 2007. – V. 6. – № 1–3. – P. 231–259.

5. Геохимические исследования для целей экологической оценки урбанизированных территорий: Проект МАБ-II / Е.П.Сорокина и др. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1985. – С. 3–20.

6. Мотузова, Г.В. Системно-экологический анализ соединений микроэлементов в почвах / Г.В. Мотузова. – Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 1992. – 36 с.

7. Экологические нормы и правила ЭкоНП 17.03.01-001-2020 «Охрана окружающей среды и природопользование. Земли (в том числе почвы). Нормативы качества окружающей среды. Дифференцированные нормативы

содержания химических веществ в почвах» Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 23 января 2020 г. № 2-Т. «Об утверждении экологических норм и правил» Изменения и дополнения: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 21 октября 2020 г. № 7-Т.

BACKGROUND CONCENTRATIONS AND REFERENCE VALUES FOR HEAVY METALS IN SOILS OF THE IMPACT MONITORING ZONE «AIRPORT»

A.N. ASHGIREVICH, M.V. MIKHALCHUK, A.A. BRYL

In a reconnaissance study, trace amounts of Pb, Cd, Cu, and Zn were determined in soils from 80 locations in the Brest Free Economic Zone "Airport" in the area of impact of the lead battery manufacturing plant. The features of the accumulation of priority pollutant elements in the soils of the monitoring area were studied. The following background, "basic" ranges of heavy metals content in soils of the monitoring area were determined: Pb - 3.8-7.0 mg/kg, Cu - 1.0-4.0 mg/kg, Zn - 5.0-15.0 mg/kg, as well as absolute values of heavy metals content in soils. Background content of Cd can be considered as <0.1 mg/kg, as in most samples its concentration is below the detection limit. Principles and approaches to the formation of the design of the impact monitoring network are proposed.

УДК 556.53(476.7)

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ПОЛЕССКОГО РЕГИОНА БЕЛАРУСИ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

А.А. Волчек

Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

Статья посвящена проблемам водных ресурсов Белорусского Полесья. Дана количественная и качественная оценка поверхностных вод. Рассматриваются возможные последствия изменения речного стока в связи с изменением климата. Обозначены первоочередные задачи исследований по решению водных проблем региона.

Ключевые слова: водные ресурсы, риски, наводнения, маловодье, гидрохимия, прогноз

Введение

Водные ресурсы являются главным природным достоянием любой территории, т.к. состояние и развитие биосферы и человеческого общества находятся в тесной зависимости от их состояния. В то же время с водными ресурсами связан ряд проблем как глобального, так и локального характера. Водные проблемы можно разделить на четыре группы: избыток воды (наводнения), недостаток воды (маловодья и засухи), неудовлетворительное качество и не соответствие водного режима оптимальному функционированию экосистем и хозяйственных объектов. В глобальном аспекте первая и вторая проблемы сопровождают человечество с древних времен, а третья и четвертая порождены XX веком. Все эти проблемы в явном виде присущи Белорусскому Полесью.

Цели и задачи. Оценить основные экологические риски водных ресурсов Белорусского Полесья, дать количественную и качественную характеристику поверхностных вод. Рассмотреть возможные последствия изменения речного стока в связи с изменением климата и антропогенными воздействиями и меры по минимизации негативных последствий. Определить первоочередные задачи исследований по решению водных проблем региона.

Методы исследования и исходные данные

Методологической основой исследований явились научные положения о стохастической природе речного стока, что позволило применить статистические методы анализа. Использованы методы водного и тепло-энергетического баланса, математического моделирования. Системный анализ накопленной информации и сравнительно-географический метод позволили синтезировать закономерности пространственно-временных колебаний водных ресурсов и объективно оценить риски.

Речная сеть Полесья относится к черноморскому и балтийскому бассейнам. Реки принадлежат к равнинному типу с преобладанием элементов снегового питания. Припять, главная река Полесья, является средней по Европейским масштабам рекой черноморского бассейна. Длина р. Припять – 761 км, площадь водосбора – 173,7 тыс. км². Общее направление течения реки широтное с запада на восток, что не характерно для рек Восточной Европы. Русло в истоке канализированное, на остальном протяжении извилистое, слабо меандрирующее, разветвленное, изобилует заливами и примыкающими староречьями. Большинство притоков полностью или частично канализованы. Наиболее крупными притоками Припяти являются р.р. Ясельда, Лань, Случь, Птичь, Пина, Бобрик, Цна, Иппа, Стоход, Горынь, Ствига, Уборть. Трансграничная река Западный Буг является левым притоком р. Нарев, и принадлежит бассейну Балтийского моря. Длина реки – 772 км при площади водосбора 39,4 тыс. км². Основные притоки – р.р. Копаювка, Мухавец, Лесная, Пульва. Правые притоки р. Западный Буг в результате широкомасштабных мелиораций практически все стали канализованными. Река Мухавец преобразована в один из участков Днепровско-Бугского канала. Режим рек бассейна Западного Буга обладает своими особенностями, обусловленными главным образом неустойчивыми погодными условиями зимы и весны, благодаря чему на реках в одни годы формируется режим половодья, в другие – типично паводочный [1].

Исходными данными послужили материалы наблюдений республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за стоком рек для характерных расходов: среднегодовые, максимальные весеннего половодья, минимальные летне-осенние и минимальные зимние за период с 1953 по 2018 гг. Кроме того по р. Припять в створе г. Мозырь анализировались гидрологические ряды за период с 1877 по 2018 гг., т.е. 142 года. На предварительном этапе проведен статистический анализ, восстановлены пропущенные данные с помощью программного комплекса «Гидролог-2[2]. Для исследования влияния современного потепления климата выполнен сравнительный анализ двух интервалов: 1877–1986 гг. до начала потепления и 1987–2018 гг. собственно период потепления. Кроме того, отдельно анализировались ряды наблюдений за последние 50 лет (1969–2018 гг.), т.е. расчетный период, рекомендуемый для определения статистических характеристик и построения математических моделей прогнозирования стока рек Белорусского Полесья.

Результаты и обсуждение

Ресурсы поверхностных вод. В распределении годового стока рек в Полесье наблюдается общее зональное понижение его в направлении с севера на юг и юго-запад, что увязывается с распределением годовых осадков

и запасов воды в снежном покрове. Годовой ход уровней характеризуется сравнительно невысоким и распластанным весенним половодьем, низкой летней меженью, нарушаемой почти ежегодно дождевыми паводками, и более повышенной осенней и зимней меженью за счет дождей и оттепелей, следствием которых являются зимние паводки, в отдельные годы превышающие весеннее половодье.

Среднегодовой расход р. Припять в устье составляет 450 м³/с. Внутригодовое распределение стока характеризуется неравномерностью. Сток весеннего периода составляет в среднем около 61 %, летне-осеннего – 23 %, зимнего – 16 % годового стока. Среднегодовой расход воды р. Западный Буг составляет 127 м³/с. На период весеннего половодья приходится 30–35 %, летне-осенний – 40–50 % годового стока, а подъем воды в сравнении с межennым уровнем составляет на 2 – 4,5 м. Количественная характеристика модулей стока рек Полесья различных обеспеченностей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Модули стока воды (л/(м с·км²)) рек Полесья различной обеспеченности

Вид стока	Коэффициенты изменчивости	$\mu_{\text{ср}}$	$\mu_{\text{p}=1\%}$	$\mu_{\text{p}=5\%}$	$\mu_{\text{p}=95\%}$	$\mu_{\text{p}=99\%}$
Годовой	0,32	3,85	7,17	5,97	2,22	1,77
Максимальный весеннего половодья	0,89	18,12	73,4	44,3	5,06	3,40
Минимальный летне-осенний	0,51	1,53	4,23	2,98	0,68	0,52
Минимальный зимний	0,76	1,48	5,37	3,31	0,52	0,39

Ценнейшим компонентом поймы Припяти являются старичные озера, играющие большую роль в формировании стока, в процессах накопления веществ и самоочищения вод. В долине Припяти насчитывается более 1100 озер, которые являются местами произрастания водной и прибрежной растительности, ареалами обитания водной и околородной фауны, в том числе местами кормления птиц.

Кроме естественных озер на территории Белорусского Полесья создано 363 пруда и 66 водохранилищ общей площадью водного зеркала в бассейне р. Припять 224,5 км² и р. Западный Буг 41,1 км² при общем объеме 650,7 и 66,4 млн м³ соответственно.

Наводнения. По числу жертв и причиненному ущербу наводнения занимают первое место среди стихийных бедствий. Вместе с тем, как это ни парадоксально, до сего времени нет надежных долгосрочных прогнозов их появления, достоверных и общепринятых методик подсчета причиняемых ими ущербов и общепринятой концепции защиты.

На реках Полесья половодье обычно начинается в первой половине марта, но в отдельные годы может смещаться на февраль или апрель. Среднегодовое продолжительность затопления поймы р. Припять составляет 80–110 дней, а иногда – до 150–180 дней. Ширина весеннего разлива изменяется от 5 до 15 км, наибольшая же в районе г. Пинска достигает 30 км. Глубина затопления преимущественно 0,3–0,8 м, местами 2–2,5 м [1].

В таблице 2 представлены наиболее значимые наводнения на р. Припять вызванные весенним половодьем за период инструментальных наблюдений [3].

Таблица 2 – Годы с наводнениями в период весенних половодий на р. Припять в створе г. Мозырь

Характеристика наводнения		
Катастрофическое P<1 %	Выдающееся P=1 – 2 %	Большое P=3 – 10 %
1845	1888, 1895, 1979	1886, 1889, 1907, 1924, 1931, 1932, 1934, 1940, 1956, 1958, 1966, 1970, 1999

Максимальное половодье на Припяти отмечено в 1845 г. и было столь катастрофическим, что его, вероятно, можно отнести к группе предельно возможных в нашу климатическую эпоху. Оно является уникальным гидрологическим явлением весьма редкой повторяемости. Максимальный уровень превышал нуль графика современного гидропоста у г. Мозыря на 675 см, а расход воды оценивается в 11000 м³/с [4]. Приблизительно можно считать подобные наводнения повторяющимся не чаще чем один раз в 800 лет. Последнее значительное половодье было в 1999 г. В таблице 3 приведены расходы воды 10 наиболее значительных половодий на Припяти и их обеспеченности.

**Таблица 3 – Максимальные расходы воды (Q) весеннего половодья и обеспеченность (P)
р. Припять – г. Мозырь**

Годы	1845	1877	1895	1888	1889	1940	1979	1932	1970	1958
Q, м ³ /с	11000	7500	5670	5100	4700	4520	4310	4220	4140	4010
P, %	0,8	1,6	2,3	3,1	3,9	4,7	5,4	6,2	7,0	7,6

Паводочные подъемы уровней, в отличие от половодий, возникают нерегулярно и по величине максимального расхода и слою стока паводки, как правило, существенно меньше максимумов половодья. Однако дождевые паводки 1952, 1960, 1974, 1993, 1998 гг. на многих водотоках и створах самой Припяти превысили половодье и нанесли значительный ущерб народному хозяйству. Даже локальные паводки на притоках способны вызвать значительные подъемы уровня в нижнем течении Припяти, обусловленные продвижением вниз паводочной волны. Высота паводков в среднем и нижнем течении Припяти достигает 2–3,5 м над предподъемным уровнем.

Маловодия. Половодье сменяется летне-осенней меженью, характеризующейся значительной изменчивостью. Летняя межень обычно ниже зимней и почти ежегодно прерывается дождевыми паводками. Зимняя межень нередко прерывается оттепелями, следствием которых являются зимние паводки, в отдельные годы, превышающие половодье.

Условия формирования меженного стока рек в целом можно считать благоприятными, т.к. территория Полесья находится в зоне неустойчивого увлажнения, а отток подземных вод в речную сеть более или менее длителен и постоянен. Минимальные уровни и сток воды в летний период наблюдаются при высоких среднесуточных температурах воздуха и при продолжительных периодах отсутствия осадков; в зимний период – при низких температурах. В Полесье в засушливые годы (1939, 1951, 1952 гг. и др.) наблюдалось пересыхание водотоков с площадями водосборов свыше 1000 км². Промерзание наблюдается лишь на малых реках и на непродолжительное время.

Наиболее маловодный период летне-осенней межени в основном наблюдается в июле – августе, реже – в сентябре. Продолжительность его для малых и средних водотоков составляет до 130 дней, для Припяти – 85–90 дней.

Зимняя межень, как правило, устанавливается в конце декабря. Наиболее ранние даты наступления межени приходится на конец октября – начало ноября, а наиболее поздние – на январь, окончание – с началом весеннего половодья.

В пределах Полесья нулевой сток отмечен на 17 водотоках с площадями водосборов 11 – 1280 км². Средняя продолжительность одного случая нулевого стока может достигать летом 195 суток, зимой – 75–100 суток.

Величины наименьших средних месячных летних расходов закономерно снижаются по территории Полесья с северо-запада и севера на юг и юго-восток, подчиняясь на больших и средних реках географической зональности. Однако на малых реках обнаруживается внутризональный характер изменений, зависящий от местных гидрогеологических особенностей – наличия и мощности горизонтов подземных вод, характера вскрытия их речными долинами и условий их разгрузки.

Наиболее водообильными являются водоносные горизонты в трещиноватых и закарстованных карбонатно-сульфатных породах верхнего мела и неогена. Выходы меловых вод наблюдаются в пределах Полесской низменности в виде восходящих источников с дебитом до 200 м³/ч. Они питают ряд озер, болотные массивы и частично правобережные притоки Припяти. Модуль минимального среднесуточного стока этих рек 97 % обеспеченности изменяется от 0,07 – 0,18 л/(с·км²). Те реки, питание которых происходит из водоносных горизонтов аллювиальных и флювиогляциальных отложений, имеют низкие модули минимального стока, и в засушливые годы сток их полностью прекращается на период от 15 до 120 дней. Прекращение стока на этих реках возможно также и во время холодных, безоттепельных зим [5].

Качество поверхностных вод. С середины XX века повышенное внимание стало уделяться ухудшению качества природных вод в связи с увеличением точечного и площадного загрязнения, вызванного промышленностью и сельским хозяйством. Это связано с недостаточной обеспеченностью очистными сооружениями, повсеместным отсутствием очистки ливневых вод, не регламентируемым использованием минеральных и органических удобрений, а также радионуклидным загрязнением территории после аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Формирование состава речных вод Полесья происходит при сложном взаимодействии ряда естественных и антропогенных факторов. К основным естественным факторам, обуславливающим химическое качество поверхностных вод и характерные черты их гидрохимического режима, относятся климатические условия, геоморфологическое и геологическое строение территории, характер почв и растительного покрова. Доминирующим фактором являются климатические условия, которые определяют основные черты водного режима рек Полесья и направленность почвообразовательного процесса. Почвенная толща дерново-подзолистых почв повсеместно хорошо отмыта от легкорастворимых неорганических соединений (сульфатов и хлоридов),

что способствует формированию здесь вод гидрокарбонатного характера, преимущественно малой и средней минерализации. Влияние торфяно-болотных почв сказывается двояко. Общеизвестным является то, что наиболее распространенные на территории неосушенные низинные и верховые болота обогащают воды большим количеством органических соединений, вследствие чего в заболоченных водосборах формируются воды с пониженной и малой минерализацией, высокой окисляемостью и цветностью. Кроме того, низинные торфяные болота, находящиеся в естественном состоянии, играют в формировании химического состава поверхностных вод роль своеобразного буфера. Так, жесткие грунтовые воды, питающие низинные болота, снижают жесткость с 5–7 до 3–4 мг·экв/дм³, а маломинерализованные паводочные воды, поступая на торфяники, повышают свою жесткость до 2–4 мг·экв/дм³ [6]. Смена фаз водного режима в течение года, а также различия в водности отдельных лет обуславливают сезонные и многолетние изменения минерализации и химического состава поверхностных вод. Наличие лесов сказывается на общей минерализации воды и некоторых других гидрохимических характеристиках, в частности, потому, что в лесах подзолообразовательный процесс протекает наиболее интенсивно. В залесенных водосборах поверхностно-склоновые воды в период половодья и высоких летних паводков стекают по поверхности хорошо промытой лесной почвы, и их минерализация остается близкой к минерализации снеговых вод. В то же время они выщелачивают из лесной подстилки и верхнего горизонта почвы продукты разложения растительных и животных остатков и обогащаются органическими веществами гумусового происхождения, в частности органическими кислотами. Это проявляется в увеличении цветности воды, снижении величины *pH* и ослаблении степени выраженности гидрокарбонатного характера воды, которое связано с относительным увеличением содержания ионов SO₄²⁺. В меженный период влияние облесенности заметно ослабляется [7].

В таблице 4 приведен химический состав речных вод Полесья в летнюю межень до проявления значительного антропогенного воздействия, который, с некоторыми допущениями, можно принять за естественный гидрохимический фон воды рек Полесья [6].

Таблица 4 – Фоновый химический состав речных вод Беларуси, (мг/дм³)

Реки	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Fe _{общ}	Общая минерализация
Щара – с. Великая Воля	50,1	7,8	1,0	186,0	5,9	0,3	0,08	0,006	0,71	251,2
Гривда – г. Ивацевичи	53,5	7,4	2,2	190,4	8,5	2,4	0,05	0	0,5	264,4
Ведрич – с. Демехи	63,8	10,1	1,5	226,3	4,4	3,2	2,00	0,058	1,12	311,4
Рыта – с. Малые Радваничи	40,5	2,3	–	115,9	4,0	1,9	0,35	0,006	1,62	165,0
Лесная – с. Замосты	53,0	4,6	–	171,4	3,4	0,8	0	0,002	0,71	233,2
Припять – с. Коробы	73,7	3,0	0,5	233,7	3,7	1,4	0,07	0,001	0,48	316,1
Ясельда – г. Береза	44,5	5,7	–	139,1	2,1	0,9	0	0,005	2,12	192,3
Горынь – п. Горынь	70	9,9	5	243,4	15,7	6,5	0	0,002	0,38	350,5
Оресса – с. Андреевка	42,7	7,4	2,2	148,2	10,7	6,0	0,50	0,105	3,50	217,8

В настоящее время большинство рек Полесья относится к категории «чистых и умеренно загрязненных». На гидрохимический режим рек влияние оказывает большая заболоченность бассейнов, а также промышленные предприятия и жилищно-коммунальные объекты городов. Наибольшую нагрузку от сброса сточных вод г. испытывали: р. Случь ниже Солигорска, Западный Буг ниже Бреста, р. Припять ниже Мозыря, р. Ясельда ниже Березы. Наиболее характерными загрязняющими веществами воды в реках Полесья являются нефтепродукты, азот аммонийный, азот нитритный, соединения железа.

В дочернобыльский период концентрации 90Sr и 137Cs в воде р. Припять составляли соответственно 0,0033–0,00185 и 0,00185–0,0066 Бк/дм³. В первые дни после аварии суммарная бета-активность воды в районе ЧАЭС превышала 3000 Бк/дм³ и только к концу мая 1986 г. снизилась до 150–200 Бк/дм³. Максимальные концентрации плутония-239 в воде р. Припять составили 0,37 Бк/дм³. В настоящее время наиболее высокое содержание стронция-90 (от 1,59 до 2,70 Бк/дм³) наблюдается в водах рек Брагинка, Желонь, Ротовка, Несвич, дренирующих территории с высокой плотностью радиоактивного загрязнения, а также в старицах Припяти на территории зоны отселения. Концентрации 137Cs в воде значительно ниже допустимых концентраций по нормам радиационной безопасности и не превышает республиканский допустимый уровень по его содержанию в питьевой воде. Но он все еще выше доаварийных значений.

Таким образом, хотя по Припяти имеются неблагоприятные в экологическом отношении участки, она остается по Европейским меркам довольно чистой рекой.

Магистральным направлением улучшения качества природных вод остается снижение антропогенной нагрузки и восстановление экологического благополучия водных объектов, а именно интенсификация работы коммунальных очистных сооружений, строительство локальных очистных сооружений на предприятиях АПК, очистка дождевого стока и т. д.

Антропогенные воздействия на речной сток. Начиная с 50-х годов прошлого столетия, развернулась дискуссия о влиянии мелиорации на речной сток. Основное воздействие на водный режим Припяти было оказано в период широкомасштабных гидротехнических мелиораций Полесской низменности. При этом водные ресурсы Полесья сильнее других регионов подверглись антропогенным воздействиям. Было осушено 23 % территории, общая протяженность открытой мелиоративной сети превысила 65 000 км, существенно преобразовалась гидрографическая сеть, особенно, если учесть спрямление и углубление самой Припяти и крупных ее притоков. Кроме того, обвалование отдельных участков Припяти и строительство польдерных мелиоративных систем, которые исключают затопление обвалованных участков поймы, привело к тому, что грунтовые воды понизились на 1,0–1,5 м, вслед за ними снизились уровни воды в реках, в некоторых – вплоть до пересыхания. Все это выразилось в изменении гидрологического режима рек. Анализ изменения стока Припяти показал рост среднегодового стока р. Припять в период активных мелиораций во все месяцы года, кроме апреля и мая. Рост среднегодового стока р. Припять составляет 12 % по сравнению с предыдущими годами, а по сравнению с предыдущим двадцатилетием – уже около 30 % [8].

Максимальные потери от безвозвратного водопотребления и при регулировании речного стока за последние 5 лет в бассейне р. Припять в пределах Белорусского Полесья составили 190 млн м³/год, в бассейне р. Западный Буг – 27 млн м³/год. Пока степень влияния этих потерь невелика и находится в пределах ошибки измерения.

Оценка изменения стока р. Припять в створе г. Мозырь за период инструментальных наблюдений представлена в таблице 5, а на рисунке приведена динамика изменения характерных расходов.

Прогнозные оценки изменения водных ресурсов при различных сценариях будущего. Современные климатические колебания, несомненно, окажут влияние на трансформацию речного стока в будущем. Используя гидролого-климатическую гипотезу В.С. Мезенцева [9] и сценарии изменения климата для бассейнов рек Полесья на период до 2035 г., нами получены прогнозные оценки изменения стока рек [10], которые в основном повторяют выявленные современные тенденции.

Таблица 5 – Статистические характеристики гидрологических параметров р. Припять

Вид стока	Средний годовой			
	1877 – 2018 гг. (142 года)	1987 – 2018 (32 года)	1877 – 1986 гг. (110 лет)	1969 – 2018 (50 лет)
Q _{ср} , м ³ /с	394	418	387	432
C _v	0,31	0,29	0,31	0,29
α10 лет	3,27	-6,42	2,20	-15,75
г	0,11	-0,05	0,06	-0,18
% от Q _{ср.}	0,83	-1,54	0,57	-3,65
<i>Максимальный весеннего половодья</i>				
Q _{ср} , м ³ /с	1599	1047	1760	1266
C _v	0,72	0,58	0,70	0,68
α10 лет	-75,2	106,2	-51,9	-169,7
г	-0,27	0,20	-0,13	-0,29
% от Q _{ср.}	-4,70	10,1	-2,95	-13,4
<i>Минимальный летне-осенний</i>				
Q _{ср} , м ³ /с	155	174	149	183
C _v	0,47	0,41	0,48	0,39
α10 лет	2,70	-21,3	2,34	-13,9
г	0,15	-0,28	0,10	-0,28
% от Q _{ср.}	1,75	-12,2	1,57	-7,58
<i>Минимальный зимний</i>				
Q _{ср} , м ³ /с	155	221	136	225
C _v	0,68	0,42	0,75	0,59

Продолжение таблицы 5

α_{10} лет	10,6	27,5	8,54	2,70
γ	0,41	0,28	0,27	0,03
% от Q_{cp}	6,82	12,4	6,27	1,20

Примечание: выделены статистически значимые величины.

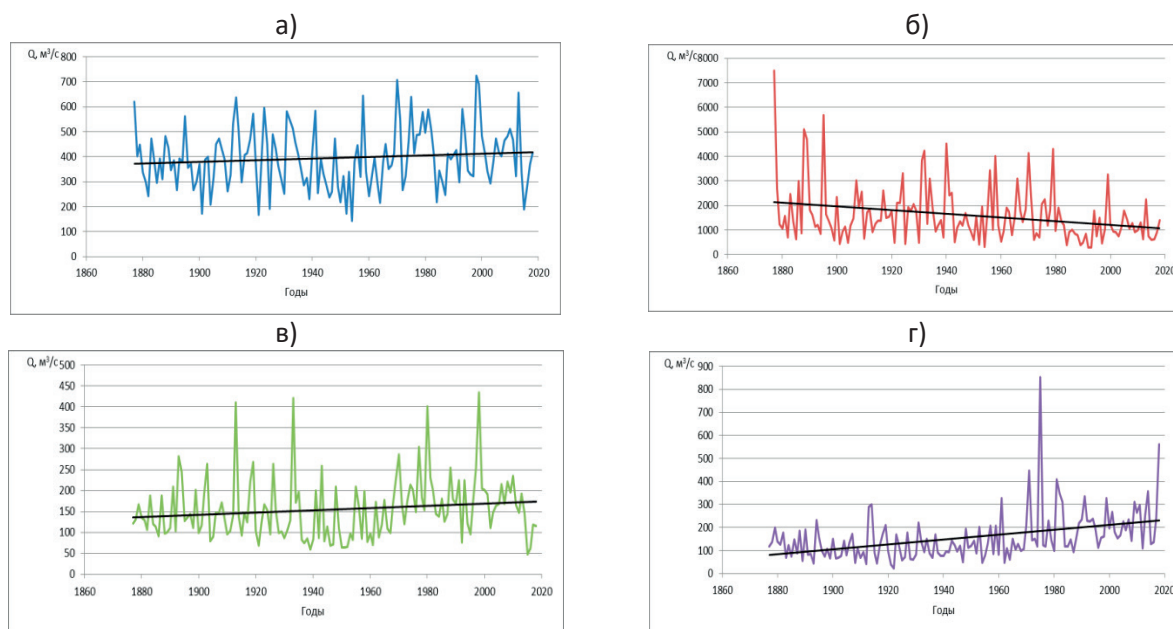


Рисунок – Хронологический сток воды р. Припять в створе г. Мозырь:
а) – годовых; б) – максимальных весеннего половодья; в) – минимальных летне-осенних;
г) – минимальных зимних

По прогнозируемому изменению объемов стока также возможна резкая дифференциация между малыми и большими реками. При незначительном изменении стока в среднем за год, существует высокая вероятность его неравномерности и разнонаправленности в сезоны и месяцы. Особенно значительно может изменяться сток в летние месяцы (таблица 6).

Таблица 6 – Прогноз изменения речного стока до 2035 года бассейнов основных рек Белорусского Полесья, в % от современного состояния

Река – створ	Зима	Весна	Лето	Осень	Среднегодовой
Припять – Мозырь	0,23	1,60	-20,63	-2,40	-5,30
<i>В среднем по бассейну:</i>	<i>-1,33</i>	<i>-6,47</i>	<i>-24,57</i>	<i>-8,46</i>	<i>-10,23</i>

Прогнозируемое потепление климата вызовет существенные изменения водного режима рек, что потребует адаптации водного хозяйства к изменениям условий формирования местных водных ресурсов.

Основные направления в исследовании водных проблем Полесья. Главной задачей в исследовании водных ресурсов Полесья на нынешнем этапе является комплексная оценка их современного состояния с учетом пространственно-временных колебаний и изменений основных составляющих водного баланса речных водосборов. При этом необходимо учитывать влияния на них различных природных и антропогенных факторов, прогноз изменения водных ресурсов при различных сценариях развития климата. На основе полученных научных результатов необходимо разработать мероприятия по минимизации возможных негативных последствий в случае изменения режима водных ресурсов.

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на следующих основных направлениях:

- предотвращение и уменьшение негативных последствий от наводнений;
- улучшение качества природных вод;
- охрана водных источников при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов народнохозяйственно назначения;

- управление режимом природных вод, обеспечивающим биосферносовместимое функционирование природных экосистем;
- создание бассейновых схем управления водными ресурсами Полесья.

Заключение

Суммарные ресурсы поверхностных вод в Белорусском Полесье существенно не изменились. В то же время произошло перераспределение естественных водных ресурсов по территории. Современный этап использования водных ресурсов характеризуется стабилизацией их потребления. В обозримом будущем в регионе не следует ожидать значительного роста или падения водопотребления и существующие водные ресурсы в полной мере будут удовлетворять потребности всех отраслей экономики и соответствовать требованиям экологического стока. Однако это не снимает с повестки дня вопросы надлежащей очистки природных и сточных вод, сохранения качества природных вод, обеспечения безопасности функционирования водных экосистем.

Интенсивное освоение речных пойм в совокупности с прогнозируемым изменением климата приведут к увеличению разрушительной силы наводнений и их повторяемости. Минимизировать негативные последствия наводнений можно имея своевременный прогноз и эффективные действия властей. Борьба с наводнениями является межгосударственной проблемой и в ее решении должны принимать участие все страны, расположенные на водосборе.

Прогнозируемое потепление климата вызовет изменения водного режима рек, поэтому разработка и реализация мер по адаптации к изменению климата в части совершенствования управления водными ресурсами является актуальной задачей.

Список использованных источников

1. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патынцыял водных аб'ектаў / маст.: Ю.А. Тарэеў, У.І. Цярэнцьеў. – Мінск : БелЭн, 2007. – 480 с.
2. Волчек, А.А. Пакет прикладных программ для определения расчетных характеристик речного стока / А.А. Волчек, С.И. Парфомук // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. №1. 2009. – С. 22–30.
3. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси: справочник / Мин-во природ. Ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь; под общ. ред. М.А. Гольберга – Минск: Белорусский научно-исследовательский центр Экология. 2002. – 132 с.
4. Швец, Г.И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 243 с.
5. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять / Под общей редакцией М.Ю. Калинина и А.Г. Ободовского. – Мн.: Белсэкс, 2003. – 269 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат. – Т. 5. – ч.1. – 1966. – 718 с.
7. Ландшафтные воды в условиях техногенеза: монография/ О. В. Кадацкая [и др.]. – Минск: Бел. наука, 2005. – 347 с.
8. Логинов, В.Ф. Антропогенное воздействие на водные ресурсы Беларуси / В.Ф. Логинов, М.Ю. Калинин, В.Ф. Иконников. – Мн.: ПолиБиг, 2000. – 284 с.
9. Мезенцев, В.С. Гидролого-климатическая гипотеза и примеры ее использования / В.С. Мезенцев // Водные ресурсы. – 1995. – Том 22. – №3. – С. 299–301.
10. Волчек, А.А. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А.А. Волчек, В.Н. Корнеев, С.И. Парфомук, И.А. Булак / Под общ. ред. А.А. Волчека, В.Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива. 2017. – 228 с.

WATER RESOURCES OF THE BELARUSIAN POLESIE AND THEIR ENVIRONMENTAL RISKS

A.A. VOLCHAK

The article is devoted to the problems of water resources in the Belarusian Polesie. Quantitative and qualitative assessment of surface waters is given. The possible consequences of changes in river flow due to climate change are considered. The priority tasks of research to solve the water problems of the region are outlined.

УДК 551.55 (476-14)

ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**А.А. Волчек¹, А.В. Гречаник²**

1. Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

2. Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

*В работе представлены результаты современной оценки скорости ветра на территории Белорусского Полесья по данным сети метеорологических станций.**Ключевые слова: ветровой режим, скорость ветра, градация скоростей.***Введение**

Происходящие изменения климата оказывают существенное влияние на многие сферы хозяйственной деятельности человека – от сельского хозяйства до энергетики, – поэтому они вызывают повышенный интерес у специалистов и широкой общественности. В национальном докладе «Уязвимость и адаптация к изменению климата Беларуси» большое внимание уделено происходящим изменениям температуры воздуха и количества осадков, рассматривается проблема увеличения опасных гидрометеорологических явлений, среди которых наибольший ущерб экономике наносят сильные ветры и шквалы. В связи с этим изучение многолетних изменений ветрового режима имеет важное теоретическое и практическое значение. В последние десятилетия отмечается, что скорость приземного ветра на территории Полесья имеет тенденцию к уменьшению; это согласуется с уменьшением скорости приземного ветра на всех континентах земного шара, исключая высокие широты обоих полушарий [1].

Целью данной работы является оценка современных изменений скорости ветра на территории Белорусского Полесья путем анализа временных рядов скорости ветра за период инструментальных наблюдений.

Методика и объекты исследования

Информационной базой для проведения исследования явились данные многолетних инструментальных наблюдений за скоростью ветра на метеорологических станциях Высокое, Брест, Ганцевичи, Пинск, Полесская, Житковичи, Лельчицы, Октябрь, Мозырь, Василевичи, Брагин, Гомель Брестского и Гомельского областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период 1986–2020 гг. Данные метеорологические станции работают по программе станций II разряда, измерения скорости ветра осуществляется по стандартной методике. Так же в работе использованы данные Справочников по климату СССР за период 1951–1965 гг. [2, 3].

Объектом изучения является среднегодовая скорость ветра на территории Белорусского Полесья, где преобладает низменный рельеф с высотами 135–150 м. Основным фактором, формирующим ветровой режим территории является циркуляция атмосферы над Евразией и Атлантикой, которая определяется наличием стационарных барических центров: исландского минимума в течение всего года, сибирского максимума зимой и азорского максимума – летом [4, 5].

Результаты и их обсуждение

Анализ хронологического хода среднегодовой скорости ветра Белорусского Полесья показал устойчивую тенденцию снижения скорости ветра [6]. Среднее значение скорости ветра на территории Полесья за период 1986–2020 гг. составляет $V_{cp} = 2,48$ м/с. Максимальное среднегодовое значение скорости ветра наблюдалось на метеорологической станции Полесская в 1990 и 1993 гг. и составило $V_{max} = 4,3$ м/с; минимальные среднегодовые значения наблюдались на метеорологических станциях Василевичи и Чечерск в 2009 и 2006 гг. соответственно и составили $V_{min} = 1,6$ м/с; размах колебаний составил $\Delta V = 2,7$ м/с.

Таблица 1 – Значения среднегодовой скорости ветра (м/с) за период 1986–2020 гг.

Метеорологическая станция	Среднегодовая скорость ветра (V_{cp})	Максимальное значение скорости ветра (V_{max})	Минимальное значение скорости ветра (V_{min})	Размах колебаний составил (ΔV)
Высокое	2,5	3,0	2,0	1,0
Брест	2,5	3,0	2,1	0,9
Ганцевичи	2,5	2,9	1,9	1,0
Пинск	2,3	3,1	1,9	1,2
Полесская	3,6	4,3	2,8	1,5
Житковичи	2,1	2,6	1,7	0,9

Продолжение таблицы 1

Лельчицы	2,3	3,0	1,8	1,2
Октябрь	2,9	3,5	2,1	1,4
Мозырь	2,1	2,7	1,5	1,2
Василевичи	2,0	2,5	1,6	0,9
Брагин	2,6	3,4	1,8	1,6
Гомель	2,3	3,0	1,7	1,3

Рассмотрим устойчивость выборочных статистик (средних, коэффициентов вариации) при изменении интервалов осреднения применительно к среднегодовым скоростям ветра. Для оценки различий в скорости ветра использованы статистические критерии Стьюдента (оценка выборочных средних) и Фишера (оценка выборочных дисперсий). В таблице 2 приведены результаты сравнительного анализа основных выборочных статистик на однородность для рассматриваемых интервалов осреднения.

Таблица 2 – Эмпирические значения t -критериев Стьюдента и F -критериев Фишера для различных интервалов осреднения

Высокое	1952 – 1985	1986 – 2020
1952 – 2020	$t=3,63, F=0,67$	$t=4,97, F=3,92$
1952 – 1985		$t=8,67, F=2,61$

Брест	1951 – 1985	1986 – 2020
1951 – 2020	$t=2,91, F=1,33$	$t=4,77, F=2,82$
1951 – 1985		$t=7,46, F=2,12$

Ганцевичи	1951 – 1985	1986 – 2020
1951 – 2020	$t=1,07, F=1,50$	$t=2,13, F=4,77$
1951 – 1985		$t=2,61, F=7,16$

Пинск	1951 – 1985	1986 – 2020
1951 – 2020	$t=4,73, F=3,09$	$t=7,71, F=7,09$
1951 – 1985		$t=15,72, F=2,29$

Полесская	1951 – 1985	1986 – 2020
1951 – 2020	$t=2,91, F=2,46$	$t=1,89, F=1,06$
1951 – 1985		$t=4,31, F=2,61$

Житковичи	1951 – 1985	1986 – 2020
1951 – 2020	$t=3,79, F=1,55$	$t=4,03, F=3,18$
1951 – 1985		$t=7,77, F=2,06$

Лельчицы	1951 – 1985	1986 – 2013
1951 – 2013	$t=4,13, F=1,99$	$t=4,20, F=3,20$
1951 – 1985		$t=8,73, F=1,61$

Октябрь	1958 – 1985	1986 – 2020
1958 – 2020	$t=2,80, F=1,77$	$t=1,78, F=1,13$
1958 – 1985		$t=4,21, F=0,64$

Мозырь	1957 – 1985	1986 – 2020
1957 – 2020	$t=4,27, F=1,52$	$t=4,15, F=6,77$
1957 – 1985		$t=8,42, F=4,46$

Василевичи	1951 – 1985	1986 – 2020
1951 – 2020	$t=4,77, F=2,63$	$t=6,07, F=4,98$
1951 – 1985		$t=12,64, F=1,89$

Брагин	1951 – 1985	1986 – 2013
1951 – 2013	$t=3,77, F=2,71$	$t=3,73, F=1,36$
1951 – 1985		$t=7,18, F=0,50$

Гомель	1951 – 1985	1986 – 2020
1951 – 2020	$t=4,19, F=1,94$	$t=5,64, F=4,57$
1951 – 1985		$t=10,62, F=2,36$

Примечание: выделены эмпирические критерии выше критических.

В результате анализа выборочных средних среднегодовых скоростей ветра за рассматриваемые интервалы статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha=5\%$ были установлены для всех периодов по метеостанциям Высокое, Брест, Пинск, Полесская, Житковичи, Лельчицы, Мозырь, Василевичи, Брагин, Гомель, для метеостанции Ганцевичи для периодов 1951–2020 и 1986–2020; 1951–1985 и 1986–2020, а также для метеостанции Октябрь для периодов 1958–2020 и 1958–1985; 1958–1985 и 1986–2020. Статистически значимые различия коэффициентов вариации выявлены для всех периодов метеорологических станций Высокое, Пинск, Василевичи, Гомель, для метеостанции Брест для периодов 1951–2020 и 1986–2020; 1951–1986 и 1986–2020,

для метеостанции Ганцевичи для периодов 1951–2020 и 1986–2020; 1951–1985 и 1986–2020, для метеостанции Полесская для периодов 1951–2020 и 1986–2020; 1951–1985 и 1986–2020, для метеостанции Брагин для периода 1951–2013 и 1951–1985, для метеостанции Житковичи для периодов 1951–2020 и 1986–2020; 1951–1985 и 1986–2020, для метеостанции Лельчицы для периодов 1951–2013 и 1951–1985; 1951–2013 и 1986–2013, для метеостанции Мозырь для периодов 1957–2020 и 1986–2020; 1957–1985 и 1986–2020, для метеостанции Октябрь для периода 1958–1985 и 1986–2020.

Внутригодовой ход среднемесячных скоростей ветра на территории Белорусского Полесья не претерпел изменений: наименьшие скорости характерны для июля – августа, наибольшие скорости характерны с ноября по февраль (таблица 3). Такой ход скорости ветра связан с циклонической деятельностью, которая усиливается в осенне-зимний период, а в конце лета глубина и повторяемость циклонических образований уменьшается [5].

Таблица 3 – Средние месячные скорости ветра на высоте флюгера (м/с)

Метеостанция	Период осреднения	Месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Высокое	1952–1985	4,7	4,5	4,6	4	3,5	3,2	3,0	3,1	3,4	3,8	4,7	4,7
	1986–2020	3,1	2,9	2,9	2,7	2,4	2,1	2,1	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9
Брест	1951–1985	4,0	4,0	4,2	3,5	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	3,2	3,8	3,8
	1986–2020	3,0	2,9	2,9	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1	2,2	2,5	2,7	2,9
Ганцевичи	1951–1985	3,8	3,7	3,8	3,5	3,1	3,0	2,8	2,7	2,8	3,1	3,8	3,9
	1986–2020	2,9	2,9	2,9	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9
Пинск	1951–1985	4,6	4,8	4,8	4,0	3,5	3,3	3,1	3,3	3,4	3,8	4,5	4,6
	1986–2020	2,6	2,6	2,6	2,4	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	2,2	2,4	2,5
Полесская	1951–1985	3,8	3,8	3,8	3,4	3,1	2,6	2,6	2,5	2,6	3,1	3,9	3,7
	1986–2020	4,4	4,3	4,2	3,9	3,4	3,1	2,9	2,8	3,3	3,5	4,0	4,1
Житковичи	1951–1985	3,7	3,5	3,5	3,2	3,0	2,8	2,7	2,6	2,7	2,8	3,7	3,5
	1986–2020	2,5	2,4	2,5	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	2,0	2,3	2,4
Лельчицы	1951–1985	4,2	4,1	4,0	3,5	3,4	3,2	3,0	3,0	3,0	3,2	4,3	4,1
	1986–2013	2,7	2,6	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	2,0	2,1	2,2	2,5	2,6
Октябрь	1958–1985	4,1	4,3	4,2	3	3,3	3,0	2,8	3,0	3,0	3,5	4,4	4,2
	1986–2020	3,3	3,2	3,2	3,0	2,8	2,6	2,5	2,5	2,7	2,9	3,1	3,2
Мозырь	1957–1985	4,0	4,0	3,7	3,4	3,3	3,2	3,1	3,2	3,3	3,5	4,0	3,8
	1986–2020	2,5	2,4	2,4	2,3	2,1	1,9	1,8	1,7	1,9	2,0	2,3	2,4
Василевичи	1951–1985	3,3	3,4	3,2	3,1	2,9	2,6	2,5	2,4	2,6	3,0	3,5	3,3
	1986–2020	2,4	2,4	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,5	1,6	1,9	2,2	2,3
Брагин	1951–1985	3,9	4,0	3,7	3,5	3,1	2,7	2,6	2,5	2,9	3,1	4,0	3,8
	1986–2020	3,1	3,0	3,0	2,7	2,4	2,0	1,9	2,0	2,3	2,5	2,8	2,9
Гомель	1951–1985	4,5	4,5	4,1	4,1	3,7	3,4	3,2	3,1	3,4	3,7	4,5	4,4
	1986–2020	2,7	2,6	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7

Для анализа изменения скорости ветра на территории Белорусского Полесья использован прием скользящих средних с периодами осреднения 11 и 22 года (один и два солнечных цикла) для метеорологических станций Брест, Пинск, Брагин, Гомель, Василевичи (рисунок 3). Как представлено на графиках для всех исследуемых станций ход скользящих средних с периодами осреднения 11 и 22 года практически совпадает с годовым ходом скорости ветра, сглаживая амплитуду колебаний.

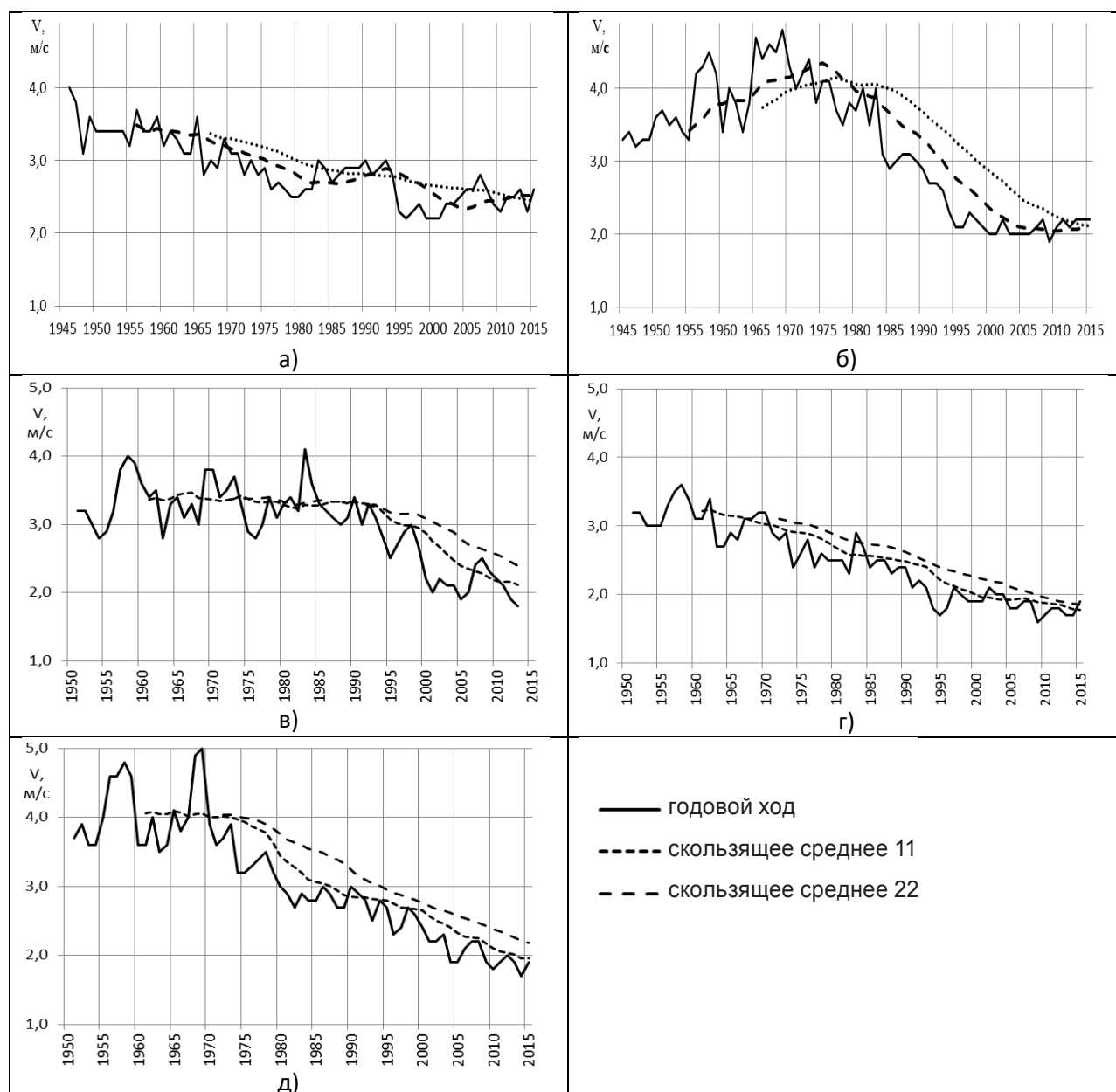


Рисунок 1 – Хронологический ход среднегодовых скоростей ветра и скользящие средние с различными периодами осреднения: метеостанции: а) – Брест; б) – Пинск; в) – Брагин; г) – Василевичи; д) – Гомель

В ходе работы проанализирована повторяемость различных значений скорости ветра (таблица 4). Для Белорусского Полесья наиболее характерны слабые ветры (2–5 м/с) их доля составляет 64,98 %. Штилевые условия и тихие ветра характерны в 29,79 % случаев. Доля умеренных ветров (6–9 м/с) незначительна (4,98 %), наиболее часто такие ветры отмечаются на метеостанциях Полесская, Брагин и Октябрь. Доля сильных ветров (более 10 м/с) составляет сотые доли процента, наибольшее число случаев зафиксировано на метеостанциях Полесская и Брагин.

Таблица 4 – Распределение скорости ветра по градациям скоростей (%) за период 1986–2020 гг.

Метеостанции	Градации (м/с)									
	0–1	2–3	4–5	6–7	8–9	10–11	12–13	14–15	16–17	18–20
Высокое	24,87	52,40	19,43	3,00	0,26	0,04	0	0	0	0
Брест	24,75	52,27	19,80	2,89	0,26	0,03	0	0	0	0
Ганцевичи	25,12	50,50	20,37	3,67	0,31	0,02	0	0	0	0
Пинск	25,34	58,90	13,12	2,20	0,40	0,04	0	0	0	0

Продолжение таблицы 4

Полесская	14,93	39,45	28,05	11,51	4,52	1,11	0,30	0,10	0,01	0,02
Житковичи	35,45	47,29	15,35	1,81	0,10	0	0	0	0	0
Лельчицы	32,16	48,21	16,03	3,05	0,44	0,10	0,01	0	0	0
Октябрь	21,66	45,17	25,30	6,68	1,07	0,11	0,01	0	0	0
Мозырь	38,84	44,10	14,29	2,34	0,36	0,05	0,01	0	0	0
Василевичи	40,68	46,19	11,05	1,80	0,24	0,03	0	0	0	0
Брагин	40,38	33,69	15,44	6,81	2,52	0,88	0,20	0,06	0,01	0,01
Гомель	33,26	45,50	17,65	3,01	0,51	0,05	0,01	0	0	0

Для метеорологических станций Брест, Василевичи, Гомель, Житковичи проведен анализ распределения скоростей ветра по градациям с данными, представленными в справочнике по климату СССР 1966 г. [7]. На всех исследуемых станциях отмечается увеличение доли штилей, тихих и слабых ветров при значительном снижении повторяемости умеренных и сильных ветров (рисунок 4).

Выводы

В работе рассчитаны и проанализированные основные характеристики ветровых условий территории Белорусского Полесья. Проведено сравнение характеристик скорости ветра за два периода: 1951–1965 и 1986–2020 гг. Выявлена устойчивая тенденция снижения среднегодовых скоростей ветра на всей исследуемой территории. Годовой ход скорости ветра не претерпел существенных изменений, отмечено увеличение доли тихих и слабых ветров.

Список используемых источников

1. Кижнер, Л.И. Изменение режима ветра в Томске в начале XXI века / Л.И. Кижнер, Н.Ю. Серая // Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – Спб., 2015. – Т. 576. – С. 102–113.
2. Справочник по климату СССР : Белорусская ССР : Метеорологические данные за отдельные годы : Обнинск : ВНИИГМИ – МИД, 1975. – Ч. III. – Т. II. : Скорость ветра. – 1975. – 473 с.
3. Справочник по климату СССР : Белорусская ССР : Метеорологические данные за отдельные годы : Обнинск : ВНИИГМИ – МИД, 1975. – Ч. III. – Т. I. : Направление ветра. – 1975. – 593 с.
4. Климат Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
5. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
6. Волчек, А.А. Ветровой режим Белорусского Полесья / А.А. Волчек, А.В. Гречаник // Природнае асяроддзе Пасесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац VIII Міжнар. навук. канферэнцыі Природнае асяроддзе Пасесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсакарыстання, Брэст, 12–14 верасня 2018 г. / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі ; рэдкал. М.В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.] – Брэст : Альтэрнатыва, 2018. – Вып. 11. – С. 24–26.
7. Справочник по климату СССР. Отв. ред. Н.А. Малишевская – Ленинград : Гидрометеиздат, 1966. – Ч. III. – вып. 7. – 1966. – 156 с.

WIND SPEED CHANGES OF THE BELARUSIAN POLESSYA A.A. VOLCHAK, A.V. HRACHANIK

The paper presents changes and a modern estimate of the wind speed of the Belorussian Polessya according to the network of meteorological stations.

УДК 57-044

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ КОРМОВЫХ УЧАСТКОВ ПЧЕЛ

И.В. Выродов, Д.В. Молчанова

ГАОУ ВО МГПУ, г. Москва, Россия

Приведены сведения о загрязнении тяжелыми металлами кормовых участков пчел, расположенных в зоне влияния автомагистрали и в лесном массиве на расстоянии 1,0 км от нее. Показано, что в импактной зоне в сравнении с лесными почвами содержание Pb и Zn оказалось в 2,2 раза более высоким, Cu – в 3,0 раза. Различий в накоплении Cd не отмечено, что свидетельствует о наличии дополнительных источников поступления элемента. Содержание Pb, Cu и Zn оказалось константно более высоким у растений *Tussilago farfara* L., произрастающих у автомагистрали. Особенно отчетливо это проявляется у Pb: в корнях – в 2,6 раза, в стеблях – в 4,3 раза выше. Выявлена дифференциация в накоплении Pb разными органами *T. farfara* L. – оно существенно ниже в цветках по сравнению с корнями и стеблями – в 5,8–6,2 раза соответственно.

Ключевые слова: тяжелые металлы, пчела, автомагистраль, *Tussilago farfara* L.

Введение

Представление о медоносной пчеле ассоциируется с продукцией пчеловодства, используемой в пищевой и фармацевтической промышленности, однако еще важнее экологическая роль пчел как опылителей энтомофильных растений. Медоносная пчела вместе с другими видами социальных и одиночных видов пчел, сопряженно эволюционировала с цветковыми растениями. Поэтому устойчивое состояние естественных биокомплексов и продуктивность агроценозов во многом зависит от пчел, выполняющих функцию опылителей. При этом к основным опылителям большинства сельскохозяйственных растений относится медоносная пчела [15].

Среди экологических проблем, связанных с защитой окружающей среды (ОС) от техногенного загрязнения, все большее внимание уделяется агроэкологическим системам – основным источникам обеспечения продовольственной безопасности государств [7]. В эпоху техногенеза к числу основных загрязнителей ОС относятся тяжелые металлы (ТМ), представляющие опасность устойчивому функционированию экосистем и здоровью человека [2, 6].

Существует большое количество микроэлементов, которые являются незаменимыми для обеспечения важнейших физиологических процессов. Однако при превышении пороговых концентраций они способны оказывать токсическое воздействие на живые организмы [3]. Биологическая роль ряда металлов, в частности, свинца и кадмия не выявлена.

Загрязнению ТМ подвергаются вода, почва, растения и животные; при этом зачастую ТМ накапливаются в количествах, превышающих предельно-допустимые концентрации (ПДК) [8].

Серьезным источником загрязнения компонентов экосистем ТМ является автотранспорт. В России в настоящее время используется бензин без содержания тетраэтилсвинца, поэтому дополнительное поступление свинца с выхлопами автомобилей отсутствует. Однако транспорт по-прежнему остается серьезным источником ТМ в районах с высокой транспортной нагрузкой – бензин, автомобильное масло, автомобильные шины содержат свинец, кадмий, никель, цинк. Так, концентрация цинка в почвах придорожных полос может достигать 400 мг/кг, при фоновом содержании от 30 до 200 мг/кг. В результате износа шин и разрушения асфальтобетона в окружающую среду поступает кадмий [1]. Это объясняет повышенное содержание данных элементов в пробах почв и придорожной растительности.

Мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.) – одно из самых ранних медоносных растений. Пчелы охотно посещают цветки данного растения, собирая нектар и пыльцу [4].

Цель работы – изучение накопления тяжелых металлов почвой и *T. farfara* L., являющейся кормовым растением для пчел.

Для достижения цели требовалось выявить факторы, влияющие на загрязнение территории и кормовых участков пчел ТМ; проанализировать аккумуляцию ТМ почвами, вегетативными и генеративными органами мать-и-мачехи.

Материал и методы

Исследовались почвы и растительный материал *T. farfara* L., локализованные в зоне влияния автомагистрали «М7–Волга», проходящей через город Москва. При выборе субпопуляций *T. farfara* L. для исследования предпочтение отдавалось наиболее посещаемым медоносной пчелой группировкам данного вида. В период с 2018–2020 гг. в первой декаде апреля в утренние часы отбирались образцы растений, где отмечался прилет пчел. Для контроля использовали экземпляры *T. farfara* L. (20–30 растений на площади 20 м²), произрастающие в лесном биоценозе, в 1000 м от автомобильной дороги, где исключалась возможность поступления ТМ с выбросами автотранспорта. В тех же экотопах (вблизи автомагистрали и на контрольной территории) методом конверта производили отбор почвы (дерново-подзолистая песчаная) с глубины корнеобитаемого слоя (как правило, 0–10 см); путем смешивания составляли объединенную пробу. В лабораторных условиях производили деление растений на вегетативные и генеративные органы; из почвы удаляли посторонние вещества и

просеивали через сито с диаметром отверстий 1,0 мм. Подготовленные пробы помещали в бумажные конверты и передавали в испытательную лабораторию ФГБУ ГЦАС «МОСКОВСКИЙ», г. Москва.

Растительные и почвенные образцы высушивали в течение суток при +100°C в сушильном шкафу, а затем подвергали мокрой минерализации по ГОСТ 26929-94, смесью азотной кислоты и пероксида водорода в муфельной печи в течение 50 минут при заданной температуре. Содержание микроэлементов в пробах определяли атомно-абсорбционным методом в соответствии с ГОСТ 30178-96 «Сырье и пищевые продукты. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов» с помощью прибора AA-7000, «Shimadzu».

Рассчитывали коэффициент концентрации или аномальности K_c как отношение содержания элемента в почвах зоны техногенного воздействия к его фоновой концентрации в почвах-аналогах и коэффициент биологического накопления (КБН) как отношение содержания элемента в сухой массе испытуемого растения к его содержанию в почве (мг/кг). Данные обрабатывали с помощью общепринятых методик.

Изучали также общую загруженность автомобильным транспортом района исследования, для чего производили подсчет проездов автомобилей. В утренние часы с 07.00 до 08.00 общее количество проездов автомобилей составляло в среднем 3000 в час, с 18.00 до 19.00 – 3500 проездов.

Исследование выполнено на средства автора.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено существенно более высокое содержание валовых форм большинства рассматриваемых ТМ в почвах придорожной полосы в сравнении с лесными почвами условно фоновой территории: меди – в 3,0 раза, свинца и цинка – в 2,2 раза (таблица 1).

Следовательно, влияние автомагистрали «М7–Волга» на формирование специфического геохимического поля с довольно высокими уровнями накопления элементов не вызывает сомнений. Вместе с тем, различия в накоплении почвами кадмия оказались небольшими – 12,7 % (0,71 мг/кг против 0,63 мг/кг). Это указывает на наличие иных, помимо автотранспорта, источников поступления данного элемента в почвы как вблизи автомагистрали, так и на отдалении от нее. Так, концентрации кадмия в обеих почвах оказались самыми высокими в сравниваемом нами ряду почв Московской области [9, 10] и Республики Беларусь [11,12]; например, K_c , рассчитанный по отношению к песчаным ДП почвам-аналогам Беларуси составил 7,1.

Таблица 1 – Валовое содержание (С) Cd, Pb, Cu и Zn в почвах района исследований в сравнении с почвами Московской области и Республики Беларусь

№ п/п	Геохимические показатели	Элемент, мг/кгС в			
		Cd	Pb	Cu	Zn
1	С в придорожной полосе	0,71	11,3	16,1	55,1
2	С в 1,0 км от автомагистрали	0,63	5,1	5,4	24,7
3	ДП* почвы Московской области [9]	0,30	25,0	27,0	50,0
4	ДП почвы НПП** «Мещера» [10]	0,21	14,0	20,0	37,0
5	ДП песчаные почвы Республики Беларусь [11]	0,10	6,0	11,0	28,0
6	ДП песчаные почвы юго-запада Республики Беларусь [12]	0,10	5,6	1,3	7,4
7	Кларк для почв мира [13]	0,5	10,0	20,0	50,0
8	K_c (1/5)	7,1	1,9	1,5	2,0

Примечание: * дерново-подзолистые; ** Национальный природный парк

Необходимо отметить, что значения содержаний остальных трех элементов – свинца, меди и цинка – как в придорожной зоне, так и на расстоянии 1,0 км от нее, оказались заметно более низкими в сравнении с данными по ДП почвам Московской области в целом [9] и ДП почвами НПП «Мещера» [10]. Это, по-видимому, объясняется тем, что цитируемые авторы включали в выборку для расчета средневзвешенных содержаний элементов не только песчаные разновидности почв, но и супесчаные и иные аналоги с более высокой емкостью поглощения металлов. В этой связи в нашем исследовании более корректной базой для сравнения мы приняли почвы-аналоги Беларуси.

Сделанный нами ранее вывод о наличии дополнительных источников поступления кадмия в ОС района исследований подтверждается и при анализе особенностей накопления элемента *T. farfara* L. – не обнаруживается сколь-нибудь значимых превышений металла в растениях придорожной полосы как при сравнении абсолютных значений, так и по КБН (таблица 2). В то же время абсолютные значения концентрирования свинца, меди и цинка в тканях *T. farfara* L. неизменно оставались более высокими в зоне влияния автомагистрали «М7–Волга».

Особенно отчетливо это проявляется у свинца: в корнях – в 2,6 раза, в стеблях – в 4,3 раза выше. При этом уровни накопления элемента в корнях и побегах в 5,2 и 5,6 раза соответственно превышают показатели, характерные для эталонного растения. Следовательно, накопленный в «эпоху тетраэтилсвинца», данный элемент продолжает оставаться в корнеобитаемом слое почвы и обладает способностью транслоцироваться в растения. Об этом убедительно свидетельствуют и значения КБН элемента, которые константно выше у растений *T. farfara* L. (и в их отдельных частях) в придорожной полосе. При этом КБН свинца всегда остаются существенно ниже значения 1,0, тогда как у меди и цинка – биофильных элементов – неизменно выше.

Таблица 2 – Содержание Cd, Pb, Cu и Zn (1) и коэффициенты биологического накопления (2) элементов в разных органах *T. farfara* L., отобранной в придорожной полосе (А) и на расстоянии

Показатели		Cd		Pb		Cu		Zn	
		1*	2	1	2	1	2	1	2
Корень	А	0,69	0,97	5,2	0,46	17,3	1,07	60,8	1,10
	В	1,13	1,79	2,0	0,39	10,7	1,98	38,9	1,57
Стебель, листья	А	0,70	0,99	5,6	0,50	14,9	0,93	78,4	1,42
	В	0,70	1,11	1,3	0,16	11,8	2,19	33,0	1,34
Цветок	А	0,71	1,0	0,9	0,80	17,7	1,10	51,9	0,94
	В	0,63	1,0	1,2	0,24	15,5	2,87	49,7	2,01
Среднее в растениях	А	0,70	0,99	3,9	0,35	16,6	1,03	63,7	1,16
	В	0,82	1,30	1,5	0,29	12,7	2,35	40,5	1,64
Эталонное растение [14]		0,5		1,0		10,0		50,0	

Примечание: * мг/кг сухого вещества

Отчетливо проявляется дифференциация в накоплении свинца разными органами *T. farfara* L. – оно существенно ниже в цветках по сравнению с корнями и стеблями – в 5,8–6,2 раза соответственно. Так реализуется эволюционно сформировавшаяся способность растений к защите зародыша семени от неблагоприятного воздействия элементов-мутагенов.

Выводы

Под влиянием автомагистрали «М7–Волга» сформировалась специфическая геохимическая аномалия, отличающаяся более высоким содержанием в почвах валовых форм большинства рассматриваемых ТМ в сравнении с лесными почвами условно фоновой территории: меди – в 3,0 раза, свинца и цинка – в 2,2 раза. Вместе с тем, наиболее контрастная аномалия свойственна кадмию, однако она обусловлена, на наш взгляд, не столько влиянием выбросов автотранспорта, сколько эмиссиями из других источников (промышленных предприятий, объектов энергетики и др.), создающих довольно высокий фон элемента в почвах.

Содержание свинца, меди и цинка оказалось константно более высоким у растений *T. farfara* L., произрастающих в зоне влияния автомагистрали «М7 – Волга». Особенно отчетливо это проявляется у свинца: в корнях – в 2,6 раза, в стеблях – в 4,3 раза выше. При этом уровни накопления элемента в корнях и побегах в 5,2 и 5,6 раза соответственно превысили показатели, характерные для эталонного растения.

Выявлена отчетливая дифференциация в накоплении свинца разными органами *T. farfara* L. – оно существенно ниже в цветках по сравнению с корнями и стеблями – в 5,8–6,2 раза соответственно. В этом проявляется эволюционно закрепленная способность растений к защите зародыша семени от неблагоприятного воздействия элементов-мутагенов.

Список использованных источников

- Андреанов, В.А. Металлы в объектах окружающей среды и методы их обнаружения: учебное пособие / В.А. Андреанов, Е.Г. Булаткина, Л.А. Морозова. – Астрахань: Издатель Сорокин Р.В., 2017. – 104 с.
- Атлас растений-фиторемедиантов / Л.В. Панченко, А.Ю. Муратова, Е.В. Дубровская [и др.]. – Саратов: Научная книга, 2015. – 559 с.
- Барышникова, О.С. Анализ содержания тяжелых металлов в системе почва-растение / О.С. Барышникова, Е.А. Казьмина, К.Д. Голикова // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2020. – № 2 (11). – С. 22–26.
- Виноградов, А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах / А.П. Виноградов. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 236 с.
- Геохимия окружающей среды / Ю.С. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
- Зубкова, Е. Клевер чистильщик / Е. Зубкова // Наука и жизнь. – 2017. – № 12. – С. 40–41.

7. Киричкова, И.В. К вопросу содержания тяжелых металлов в посевах многолетних трав / И.В. Киричкова // Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий: Волгогр. гос. аграр. ун-т. – Волгоград, 2019. – Т. 1. – С. 120–124.
8. Кошелева, Н.Е. Факторы накопления тяжелых металлов и металлоидов на геохимических барьерах в городских почвах / Н.Е. Кошелева, Н.С. Касимов, Д.В. Власов // Почвоведение. – 2015. – № 5. – С. 536–553.
9. Медоносные растения и их пыльца / А.Н. Бурмистров, В.А. Никитина. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 190 с.
10. Михальчук, Н.В. Фоновое содержание тяжелых металлов и микроэлементов в почвах и растительности юго-запада Беларуси как основа для сравнительных оценок при производстве органической продукции на основе принципов зеленой экономики / Н.В. Михальчук, А.Н. Мяслик // Эколого-географические проблемы перехода к зеленой экономике / редкол.: В.С. Хомич (гл. ред.), В.Ф. Логинов, Е.В. Санец. – Минск: СтройМедиаПроект, 2019. – С. 266–281.
11. Петухова, Н.Н. Оценка загрязнения почв Республики Беларусь тяжелыми металлами / Н.Н. Петухова, В.М. Феденя, В.И. Матвеева // Природные ресурсы. – 1996. – № 1. – С. 20–23.
12. Чаплыгин, В.А. Свинец и цинк в сельскохозяйственных и дикорастущих травянистых растениях Ростовской области: Актуал. проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почв., экол., биоценолич. аспекты) / В.А. Чаплыгин и др. // Никит. ботан. сад - нац. науч. центр РАН. – Симферополь, 2019. – С. 89–91.
13. Шахназрова, А.С., Ахматова А.Т. Оценка содержания тяжелых металлов в растениях хранилища п. Сумсар (Джалал-Абадская область) / А.С. Шахназрова, А.Т. Ахматова // Вестник КРСУ. – 2015. – Т. 15. – № 1. – С.165–167.
14. Markert, B. Chemical Evolution: The Biological System of the Elements / B. Markert, S. Fränze, S. Wünschmann // Springer International Publishing Switzerland, 2015. – 282 p.
15. Tood, F.E. The use of honey bees in the production of crops / F.E. Tood, S.F. McGregor // Ann. Rev. Entomol. – 1960. – № 5. – P. 265–278.

HEAVY METAL CONTAMINATION OF BEE FEEDING SITES I.V. VYRODOV, D.V. MOLCHANOVA

Data on pollution are provided by heavy metals of fodder sites of the bees located in a zone of influence of the highway and in the forest area at distance of 1.0 km from her. It is shown that in an impact zone in comparison with forest soils the maintenance of Pb and Zn was higher by 2.2 times, Cu – by 3.0 times. Differences in accumulation of Cd are noted that demonstrates existence of additional sources of an element. The content of Pb, Cu, and Zn turned out to be consistently higher in *Tussilago farfara* L. growing at the highway. Especially distinctly it is shown at Pb: in roots – by 2.6 times, in stems – is 4.3 times higher. Differentiation in accumulation of Pb by different organs of *T. farfara* L. was revealed – it is significantly lower in flowers compared to roots and stems – 5.8–6.2 times, respectively.

УДК 551.48 (476.7)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕК БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**О.И. Грядунова, Д.С. Солоха**

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Представлены результаты анализа современных изменений речного стока рек Брестской области. Приводится краткий обзор водообеспеченности Беларуси и Брестской области. Проанализированы данные изменения густоты речной сети за счет создания мелиоративных систем при осушении Полесья. Отмечается положительная динамика экологического состояния речных вод Брестской области.

Ключевые слова: Брестская область, водные ресурсы, густота речной сети, экологический статус

Пресные водные ресурсы являются одним из незаменимых ресурсов для существования всей биоты на Земле. В отличие от других полезных ископаемых, месторождения которых в результате добычи истощаются, водные ресурсы непрерывно возобновляются, кроме того, они обладают большой изменчивостью не только в пространстве, но и во времени. Главным источником обеспечения потребностей человечества в пресной воде были и остаются речные (руслые) воды, доля которых чрезвычайно мала, а общий объем составляет всего 2100 км³. Продолжительность условного влагооборота для рек составляет 16 суток, в течение года объем воды в них возобновляется в среднем 23 раза и ресурсы речного стока чисто арифметически могут быть оценены в 48000 км³/год (в литературе преобладает цифра 41000 км³/год), а реально доступные для использования ресурсы не превышают 15000 км³/год; это – «водный паек» планеты. Со второй половины XX века водные ресурсы подвергаются наиболее сильным трансформациям, связанным с изменением климата и антропогенным воздействием. Особенно изменилось качество природных вод.

По территории Беларуси протекает более 20 тыс. рек протяженностью более 90,6 тыс. км. Сеть больших (Днепр, Западная Двина, Припять, Неман, Западный Буг, Сож, Березина), средних (42 реки) и малых рек (19,3 тыс.) в сочетании с 10 000 озер гарантируют достаточно высокий уровень обеспеченности страны пресными водными ресурсами. Из 57,9 км³ стока рек, протекающих по территории Беларуси, 58 % формируется в стране [1]. Общий речной сток может достигать 92,4 км³, а также снижаться до 37,2 км³ в год [2]. Учитывая относительное изобилие ресурсов речного стока и небольшое население страны (9,5 млн жителей), удельная обеспеченность водными ресурсами в Беларуси составляет 3 590 м³ воды на человека в год [3]. Это выше, чем в более крупных соседних странах (Польше и Украине), но несколько уступает меньшим по территории Латвии и Литве.

Брестская область занимает площадь 32,8 тыс. км², из которых около 10 % приходится на водные объекты (реки, каналы, озера и болота). Из всех областей Беларуси Брестская область меньше всего обеспечена водными ресурсами. Это связано с относительно небольшим количеством атмосферных осадков и значительной величиной суммарного испарения, которое за счет повышенных теплоресурсов больше, чем в других областях.

На территории Брестской области протекает 178 рек больших, средних и малых, суммарная длина которых составляет 4307 км (таблица 1) [4]. Брестская область находится на водоразделе Балтийского (18057 км²) и Черного (14734 км²) морей, в пределах трех бассейнов: Днепра (45 % от площади Брестской области), Западного Буга (29 %) и Немана (26 %). Большие реки, протекающие по территории области – Западный Буг, Припять, к средним рекам относятся – Щара, Мухавец, Лесная, Ясельда, Горынь, Бобрик и др. [4, 5].

Таблица 1 – Сводная характеристика гидрографической сети и местных водных ресурсов Брестской области [4]

Название района	Количество рек	Длина рек, км	Количество речных истоков	Густота речной сети, км/км ²	Густота мелиоративной сети, км/км ²	Местный речной сток м ³ /с	Удельная водообеспеченность населения, тыс. м ³ /чел.
Барановичский	26	427	23	0,47	0,59	11,2	1,6
Березовский	7	212	3	0,46	1,36	4,4	1,36
Брестский	14	384	6	0,53	0,75	4,7	0,43
Ганцевичский	5	116	2	0,32	1,22	5,7	3,59
Дрогичинский	8	11	7	0,42	1,54	5,6	2,73
Жабинковский	8	112	3	0,52	1,32	2,2	1,82

Продолжение таблицы 1

Ивановский	8	131	5	0,54	1,77	4,4	2,11
Ивацевичский	16	320	10	0,37	1,00	10,7	3,69
Каменецкий	23	337	14	0,37	0,64	5,7	3,52
Кобринский	15	227	9	0,56	1,83	5,9	2,04
Лунинецкий	9	293	3	0,47	1,32	7,9	2,43
Ляховичский	15	275	9	0,49	0,90	5,2	3,57
Малоритский	9	157	8	0,31	1,72	4,1	3,28
Пинский	21	535	11	0,37	1,64	9,4	1,56
Пружанский	32	435	26	0,42	1,14	9,4	3,63
Столинский	15	471	8	0,32	0,94	10,0	3,18
Суммарная (средняя) величина	178	4307	147	(0,43)	(1,23)	106,6	(2,01)

Густота речной сети по Брестской области составляет $0,43 \text{ км/км}^2$, при среднем показателе для Беларуси $0,44 \text{ км/км}^2$ (таблица 1) [5–7]. Густота в пределах бассейна Западного Буга снижается до $0,36 \text{ км/км}^2$, а в бассейне Щары – увеличивается до $0,45 \text{ км/км}^2$. Густота речной сети в пределах районов области, также имеет свои особенности: диапазон изменений от $0,31 \text{ км/км}^2$ (в Малоритском районе) до $0,56 \text{ км/км}^2$ (в Кобринском районе) (таблица 1). Это главным образом зависит от суммарной дины рек и площади районов. Густота естественных водотоков невелика, но наличие мелиоративных каналов (созданных с целью отвода лишней влаги на низких заболоченных участках) делает ее гораздо выше. Минимальные значения густоты мелиоративной сети характерны для Барановичского, Каменецкого и Брестского районов (таблица 1), а максимальные значения имеют Кобринский, Ивановский и Малоритский районы (таблица 1). За счет построенных мелиоративных сетей в Кобринском районе густота сети увеличилась в 4,5 раза, что не могло не сказаться на формировании речного стока.

Реки Брестчины имеют небольшой уклон, малые – $0,6\text{--}11 \text{ ‰}$, средние – $0,2\text{--}0,3 \text{ ‰}$. Уклон реки непременно обуславливает скорость течения, так средняя скорость течения больших и средних рек – $0,5\text{--}0,7 \text{ м/с}$, на перекатах значения могут увеличиваться до $1,5 \text{ м/с}$, а на плесах снижаться до $0,1 \text{ м/с}$. На протяжении года показатели изменяются. В период весеннего половодья и летних паводков средняя скорость течения увеличивается до $1,2 \text{ м/с}$.

Для рек Брестской области характерен смешанный тип питания. Наиболее высокая доля питания, по отношению к другим источникам, соответствует грунтовому типу ($40\text{--}50 \text{ ‰}$), который начинает доминировать в зимний сезон. Это связано с частыми оттепелями, которые формируются на территории области, и возможностью пополнять запасы подземных вод в зимний период. На втором месте по важности находится снеговое питание ($25\text{--}30 \text{ ‰}$), играющее в весенний период значительную роль. Несмотря на то, что большая часть осадков, выпадающих на территории Брестской области, находятся в жидком состоянии, дождевое питание составляет лишь $15\text{--}20 \text{ ‰}$.

Речной сток на территории Брестской области формируется под влиянием рельефа, литологии пород и соотношений климатических показателей. За режимом рек и экологическим состоянием ведутся наблюдения на 17 гидрологических постах (рисунок 1). На склонах Новогрудской возвышенности и Барановичской равнины, в пределах бассейна реки Щара сток имеет максимальные показатели ($5,7 \text{ л/с км}^2$). Во время прохождения весеннего половодья модуль стока увеличивается до 40 л/с км^2 . В меженные периоды модуль стока понижается от $0,5$ (бассейн Западного Буга и Припяти) до $4,0 \text{ л/с км}^2$ в бассейне Немана в летне-осеннюю межень. В зимнюю межень модуль стока немного выше от $1,0$ до $3,5 \text{ л/с км}^2$. По особенностям гидрологического режима реки области относятся к восточноевропейскому типу со стоком во все поры года, но с преобладанием весеннего стока (рисунок 2).

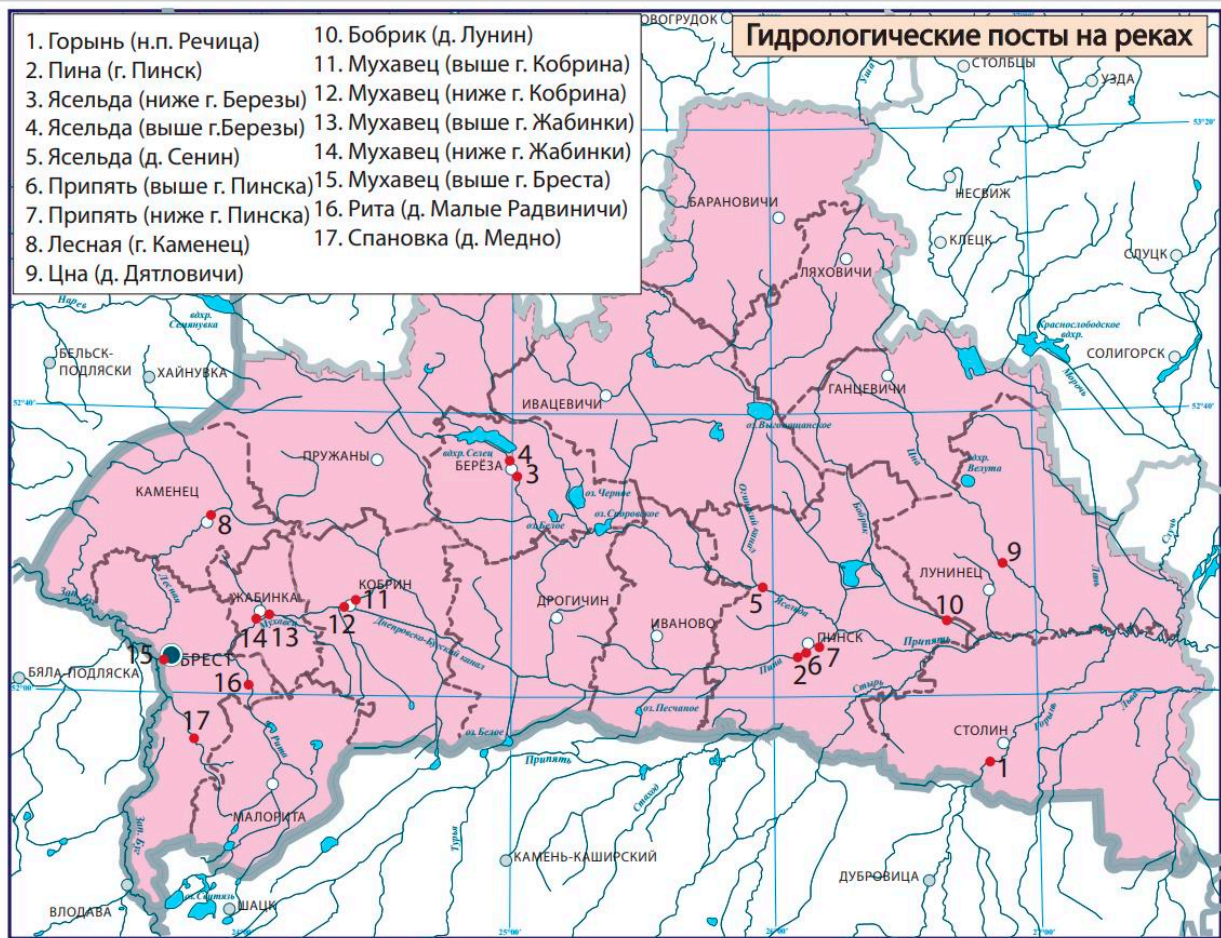
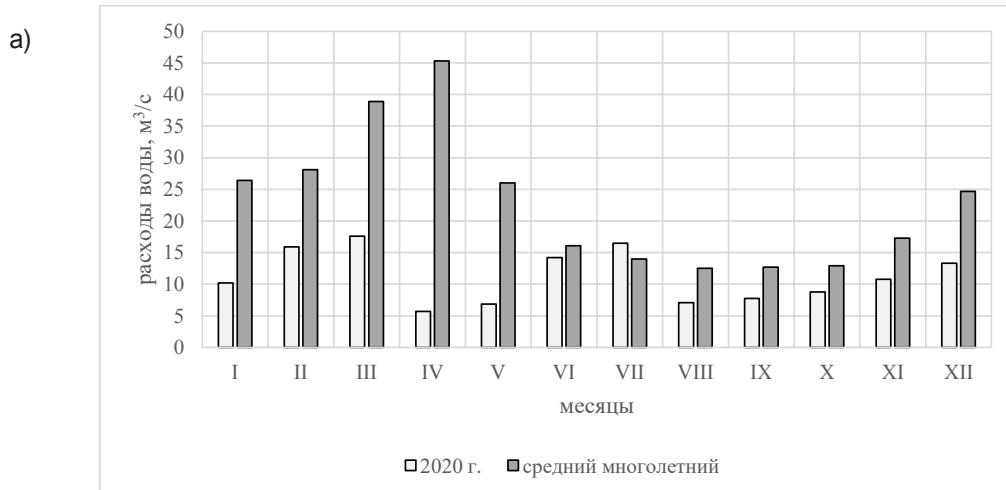


Рисунок 1 – Действующие гидрологические посты на реках Брестской области [8]

Хронологический график изменения расхода воды (гидрограф) по месяцам дает полное представление о внутригодовом распределении стока, что в свою очередь является важным показателем. Для рек Брестской области характерно четко выраженное весеннее половодье, летне-осенняя и зимняя межень, которая зачастую нарушается паводками (рисунок 2) [4, 8]. В 2020 г. на реках весенний паводок был «смазан» и максимальные расходы воды как на реках Западного Буга, так и Припяти были в 2–3 раза меньше среднего многолетнего значения. Обычно на реках Брестской области четко прослеживаются летне-осенняя межень – с июля по сентябрь, но в 2020 г. в июне и июле месяце расходы были выше среднемноголетних значений, а в августе и сентябре сформировалась летне-осенняя межень. Во время зимней межени расходы воды в 2020 г. были в 1,5–2 раза меньше многолетних значений. Метеорологические условия формирования речного стока в 2020 г. представлены на рисунке 2. В зимний период во всех гидрологических районах температуры были выше средних многолетних значений, а количество осадков соответствовало норме.



б)

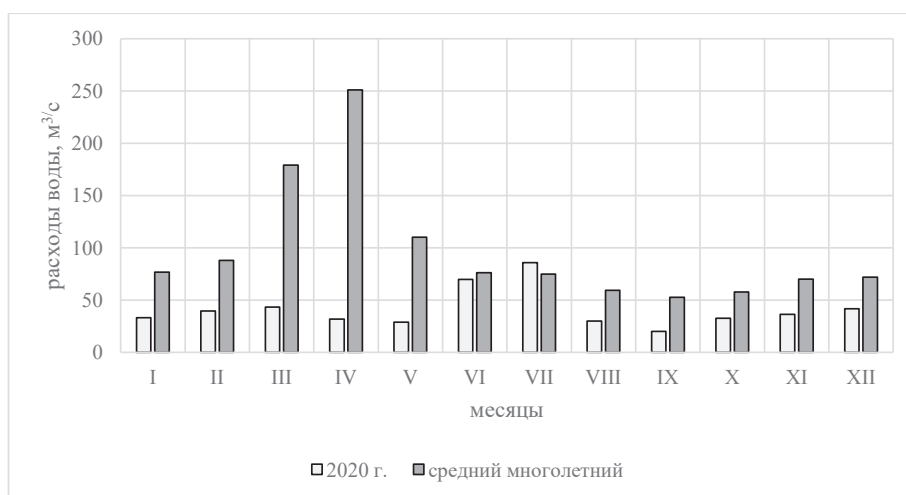
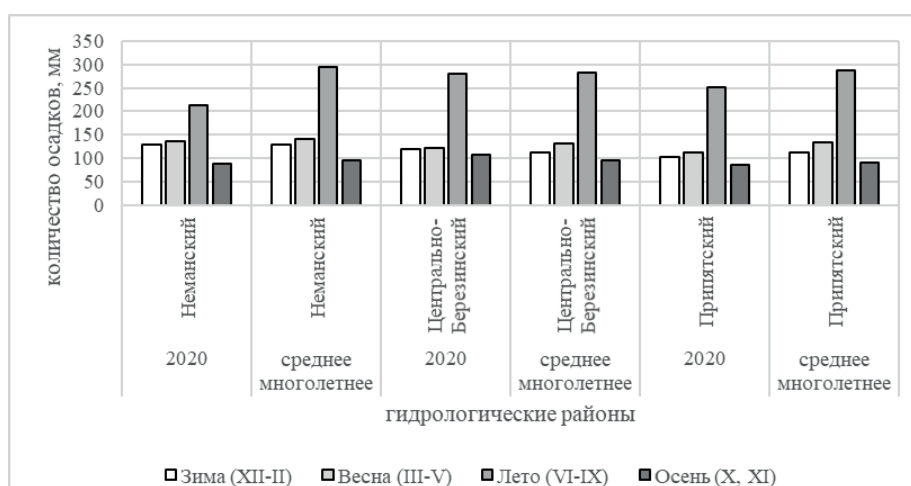


Рисунок 2 – Внутригодовое распределение расходов воды:
 а) – на р. Мухавец – г. Брест; б) – на р. Горынь – с. Малые Викторовичи

а



б

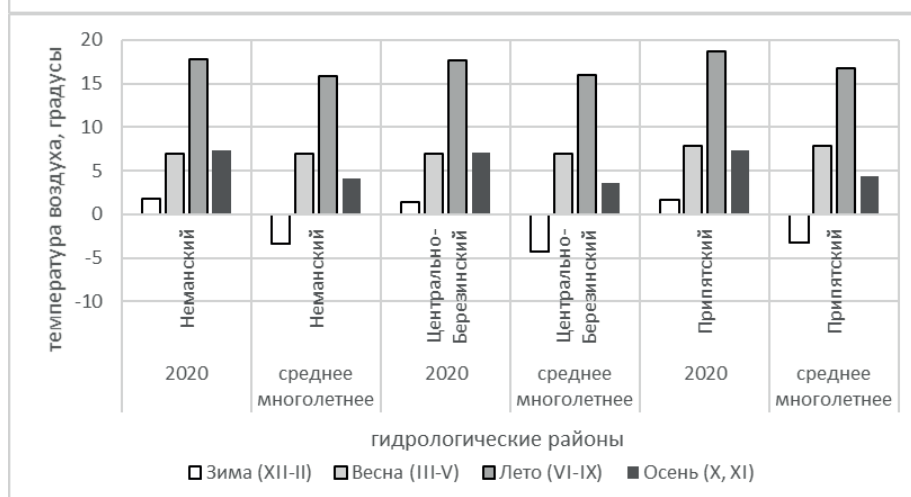


Рисунок 2 – Метеорологические условия формирования речного стока в 2020 г.

По данным наблюдений 2020 г. к рекам, подверженным наибольшей антропогенной нагрузке, относятся: р. Лесная Правая, р. Мухавец в черте г. Бреста, р. Ясельда ниже г. Березы. Остальным естественным водотокам по гидрохимическим показателям присвоен хороший и отличный экологический статус. В результате анализа данных НСМОС было установлено, что концентрация таких показателей, как растворенный кислород, марга-

нец, ХПК, железо общее превышает ПДК практически во всех местах отбора проб. На рисунке 3 отображены превышения ПДК загрязняющих веществ в реках Брестской области [8].

Превышение концентраций растворенного кислорода в реках Брестской области обусловлено биологической активностью водных растений, а также наличием в крупных городах сооружений для очистки и подготовки сточных вод. Стоит отметить, что высокое содержание кислорода позволяет заниматься рыбным промыслом на всех реках области.

Содержание в воде марганца, железа и меди превышает норму. Изменение концентраций в воде марганца обусловлено сезонностью; так, часть его используется при фотосинтезе, разложении фитопланктонов, микроорганизмов и т.д. [8]. Наиболее загрязнены марганцем р. Ясельда, Пина и Горынь. Более чем 3,5 раза превышены нормы содержания меди на р. Бобрик, что связано с медным рудопроявлением в Лунинецком и Столинском районах.

Содержание фосфат-иона на реках значительно превышает ПДК: на р. Ясельде ниже г. Березы (в 5,3 раза), а также р. Мухавец ниже и выше г. Кобрин, что обусловлено выбросами промышленных предприятий и жилищно-коммунальных объектов названных городов. Кроме того, почвы бассейна р. Мухавец и р. Ясельда широко используются в сельском хозяйстве, и сток с полей во время дождей или снеготаянья увеличивает содержание фосфат-иона. Необходимо отметить, что степень сельскохозяйственного освоения большинства бассейнов рек области очень высока, поэтому в период весеннего половодья наблюдается значительное превышение ПДК и по другим веществам, например, по содержанию в воде аммиачного и нитратного азота.

Таким образом, по данным Республиканского центра контроля в области охраны окружающей среды, состояние рек Брестской области характеризуется как умеренно-загрязненное или относительно чистое. По состоянию на 2020 г. самыми загрязненными являются: р. Западный Буг ниже г. Бреста, р. Ясельда ниже г. Березы, р. Мухавец вблизи г. Жабинка и г. Кобрин.

Список использованных источников

1. Стратегия управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 года / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – Минск, 2018 г.
2. Деревяго, И.П. Экономические инструменты управления водными ресурсами и объектами и водохозяйственными системами в Республике Беларусь : тематические материалы проекта «Водная инициатива ЕС плюс для Восточного партнерства» / И.П. Деревяго, С.А. Дубенок. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск : БГТУ, 2020. – 340 с.
3. Belarus: Environmental Performance Reviews, Third Review (Беларусь: Третий обзор результативности экологической деятельности), United Nations Economic Commission for Europe, New York and Geneva. – UNECE, 2016.
4. Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» (ЦНИИКИВР) [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.cricuwr.by> – Дата доступа: 05.06.2022.
5. Волчек А.А., Калинин М.Ю. Водные ресурсы Брестской области. – Мн.: Издательский центр БГУ, 2002. – 436 с.
6. Мешечко, Е.Н. Физическая география Беларуси: пособие / Е.Н. Мешечко. – Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина. – Брест: БрГУ, 2014. – 232 с.
7. География Брестской области / С.В. Артеменко, А.В. Грибко, В.К. Карпук [и др.]; под редакцией С.В. Артеменко, А.В. Грибко. – Мн.: БГУ, 2002. – 388 с.
8. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.nsmos.by/> – Дата доступа: 08.07.2022.

CURRENT STATE OF THE RIVERS OF THE BREST REGION

O.I. GRYADUNOVA, D.S. SOLOKHA

The results of the analysis of modern changes in the river runoff of rivers in the Brest region are presented. A brief overview of the water supply in Belarus and the Brest region is given. The data on changes in the density of the river network due to the creation of reclamation systems during the drainage of Polesie are analyzed. There is a positive dynamics of the ecological state of river waters in the Brest region.

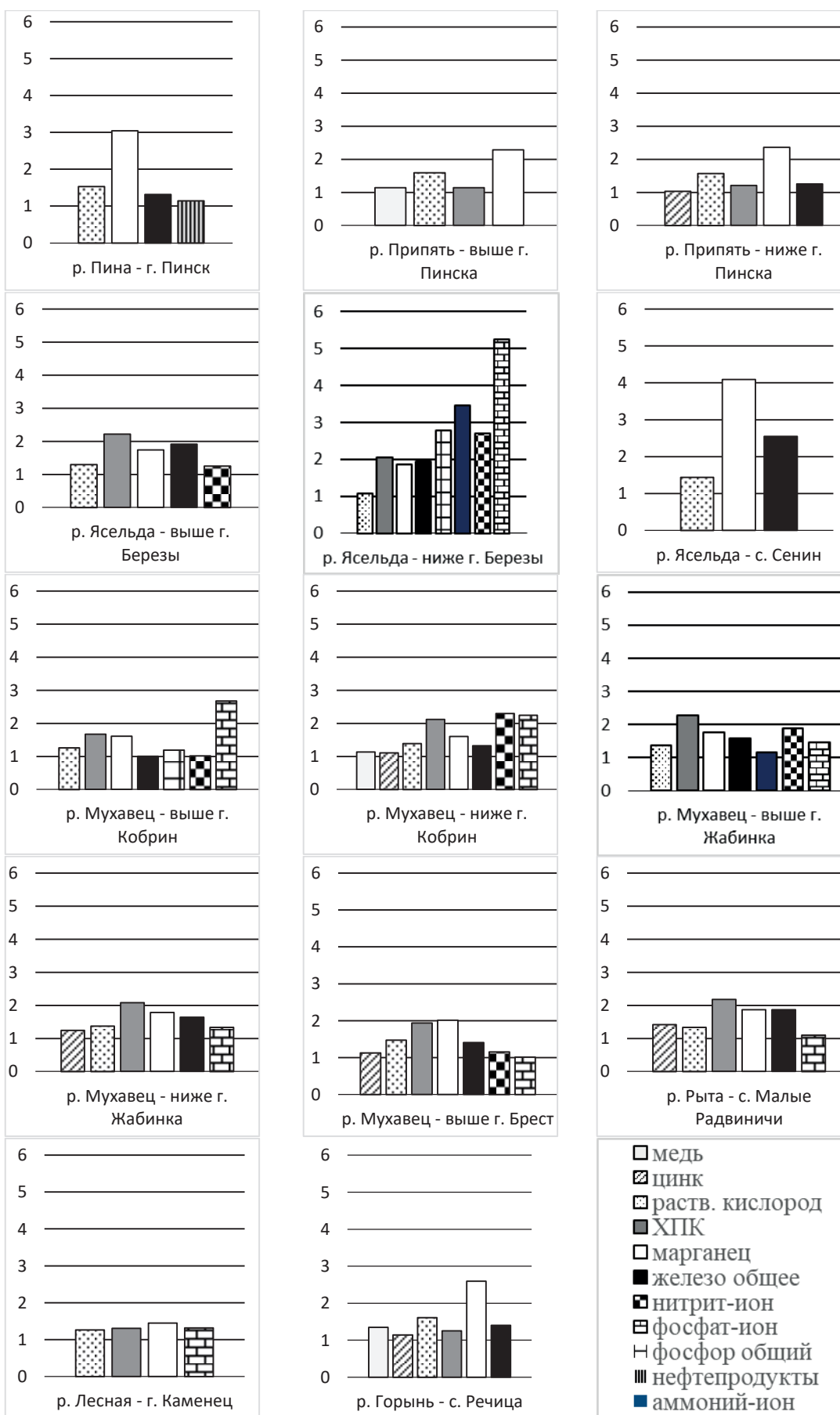


Рисунок 3 – Превышение концентрации веществ в реках Брестской области по отношению к ПДК (2020 г.)

УДК 551.79.561(476)

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИ ИЗУЧЕННЫЕ РАЗРЕЗЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ КАК ОСОБО ЦЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРИРОДНОГО НАСЛЕДИЯ

Я.К. Еловичева, Н.М. Писарчук

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

В статье приведены данные о природных обнажениях горных пород плейстоцена как особо ценных объектах природного наследия в статусе геологических памятников природы республиканского значения на территории Белорусского Полесья, отложения которых были исследованы палинологическим методом.

Ключевые слова: геологические разрезы, объекты, природное наследие, палинологический метод.

Введение

Территория Белорусского Полесья подвергалась в раннем и отчасти в среднем плейстоцене непосредственному воздействию покровных ледников, а в постднепровское время находилась к югу от границ распространения сожского и поозерского ледников. Она не столь богата на уникальные природные объекты в виде выходящих на поверхность по берегам рек, озёр, склонам оврагов и возвышенностей естественных обнажений межледниковых и ледниковых толщ, а также искусственных (стенки карьеров, шахт, каналов, керн буровых скважин и др.). Большое значение для изучения природы прошедших геологических периодов (климат, флора и фауна) имеют редкие и уникальные разрезы/обнажения горных пород с сохранившимися в них древними остатками растительных и животных организмов. Они имеют большую научную ценность и являются геологическими памятниками природы.

Материалы и методы

Исследования осуществлены палинологическим методом как наиболее важным из числа палеонтологических способов изучения и реконструкции событий прошлых геологических эпох. Он позволяет на ископаемом материале (пыльца, споры растений, массулы) установить состав палинофлоры и характер растительности природного ландшафта на исследуемой территории в разные периоды геологического прошлого.

Результаты и их обсуждение

Разрезы, имеющие наиболее подробную палинологическую характеристику органогенных осадков, в комплексе с материалами других методов, имеют ранг стратотипических и являются эталонными для стратиграфии и палеогеографии территории исследований, реконструкции природной среды по основным ее компонентам (состав флоры, характер растительности, степень экзотичности, климат и др.) и межрегиональной их корреляции. Результаты изучения континентальных толщ контролируются на современном этапе данными непрерывных океанических геохронологических шкал. Возрастное положение геологических разрезов дается в соответствии с положением соответствующего стратиграфического горизонта в Международной изотопной геохронологической шкале плейстоцена (последние 800 тыс. лет) и приуроченности его к морской изотопной стадии.

Из 31 геологического памятника природы республиканского значения палинологическим методом в Белорусском Полесье изучены отложения в 3-х разрезах, которые кратко представлены ниже с обновленными данными (область и район расположения, координаты, дата принятия статуса, характер осадконакопления, особенности диаграммы, флоры и фауны, научная значимость, публикации) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Местоположения геологических разрезов на территории Беларуси в статусе памятников природы Республиканского значения. Составила Н.М. Писарчук.

«Лоев» (Гомельская обл., Лоевский р-н, 51°56' с.ш. и 30°45' в.д. – 1963 г. и 31.07.2006) – в парковой зоне г. Лоев, в обрыве правого берега р. Днепр (рисунок 2), в 300 м ниже устья р. Сож. Обнажение высотой 18–20 м обнаружено в 20-е гг. XX в. Ископаемая толща мощностью до 7 м расположена в котлованоподобном понижении на серовато-бурой морене сожского оледенения и суглинке сожского позднеледниковья (125–110 тыс. л. н.) с лоевским межстадиалом (ископаемая флора знаменует распространение на юго-востоке региона тёмно-хвойной тайги с сибирской елью; климат был схож с современным в северной тайге Сибири); перекрыта слоями супеси, песка, торфа, гиттии, глины с торфом муравинского межледниковья (110–70–80 тыс. л. н. – объединяет раннемежледниковье, 3 климатических оптимума с 2-мя межоптимальными похолоданиями, позднемежледниковье) с находками на гл. 5–7 м более 110 видов остатков растений (пыльца, споры, семена и плоды), выше залегают суглинки поозерского раннеледниковья и ледниковья (70–80–10 тыс. л. н.) и голоцена (последние 10 тыс. лет). Климат муравинского межледниковья был наиболее тёплый и влажный в раннем оптимуме, когда развитие имели многоярусные широколиственные леса с



ведущей ролью дуба и вяза, затем липы и впоследствии граба, наряду с ольшаниками и орешником в подлеске; свойственна малая роль ели в древесных ценозах, сокращение количества вымерших позднеевропейских видов. Экзоты и редковстречаемые растения муравинского межледниковья из *Larix*, *Abies*, *Hedera*, *Drosera*, *Hippophae*, *Ephedra*, *Nymphaea*, *Osmunda*. Выявлена также богатая семенная и диатомовая флора палеоводоема и его окрестностей, фауна из мамонта, шерстистого носорога, медведя, волка и других животных [1, 2].

Рисунок 2 – Обнажение Лоев на правом берегу Днепра

«Дорошевичи» (Гомельская обл., Петриковский р-н, 52°07' с.ш., 28°16' в.д. – 31.07.2006) – обнажение примыкает к левому обрывистому берегу р. Припять, высокому уступу II н.т. Припяти, в 0,1 км на юго-восток от д. Лясковичи, между дд. Лясковичи и Дорошевичи, в 22 км на запад от Петрикова, 19 км от железнодорожной станции Копцевичи; на востоке граничит с туристическим комплексом "Дорошевичи". Под 16-метровой толщиной песка здесь вскрываются погребенные торфяники, которые являются образованием быстро зараставшего старичного озера в долине древней Припяти. В разрезе вскрыта толща супеси, песка, торфа, гиттии (мощностью до 7 м) муравинского межледниковья (раннемежледниковье – развитие сосновых и сосново-березовых лесов; ранний климатический оптимум – последовательные ассоциации широколиственных лесов из дуба, ольхи и орешника, затем липы и вяза, граба; позднемежледниковье – еловые, сосново-еловые, сосновые, сосново-березовые лесные формации; поозерское раннеледниковье – травянистые ассоциации открытых пространств и разреженные сосновые и березовые лесные группировки, сменяющиеся березово-сосновыми лесами как чередование стадийных и межстадийных интервалов); присутствуют экзоты и редковстречаемые растения из *Abies*, *Larix*, *Betula humilis*, *Nymphaea alba*. [1, 3–6] (рисунок 3).



Рисунок 3 – Обнажение Дорошевичи на левом берегу Припяти

«Зборово» (Зборов) (Гомельская обл., Рогачевский р-н, 53.1008N, 30.144E – 27.12.1963 и 31.07.2006) – находится в 2,5 км восточнее д. Зборов, в уступе II н. т. на левом берегу р. Днепр. Осадочные породы мощностью 5 м обнажены на протяжении 20 м и углублены скважиной на 1 м; толща включает слои сожского ледникового (супесь моренная) и позднеледникового (суглинок, гиттия, супесь), линзу озерно-болотных осадков муравинского межледникового мощностью до 3 м (переслаивание супеси, гиттии, ила, песка) (раннемежледниковье – сосновые, затем еловые и сосново-березовые леса, в последующем березово-сосновые и сосново-березовые формации, два климатических оптимума и межоптимальное похолодание – дубовые с вязом и липовые леса с ольшаниками и обильным орешником в подлеске, позднее грабовые леса, сменяющиеся березово-сосновыми ассоциациями, а затем вновь липовые с ольхой, вязом и грабом широколиственные леса), поозерское раннеледниковье (березовое редколесье, разреженные сосновые группировки с травяной растительностью открытых мест) и поозерское ледниковье (березовое редколесье, редкие сосняки, обильный травяной покров открытых местообитаний). [6-7] (рисунок 4).



Рисунок 4 – Обнажение «Зборово» на левом берегу р. Днепр

«Добруш» (Гомельская обл., Добрушский р-н, 31.07.2006) – у г. Добруш, примыкает к левому берегу р. Ипуть, является северной границей городского кладбища "Дубы". Обнажение кварцево-глауконитовых песков харьковского яруса палеогена, приурочено к уступу коренного берега Ипути. Площадь памятника – 0,6 га (рисунок 5).



Рисунок 5 – Обнажение «Добруш» на левом берегу р. Днепр

«Новый Крупец» (Гомельская обл., Добрушский р-н, 31.07.2006) – в центре д. Новый Крупец, в 250 м на север от Дома культуры, в 150 м от кладбища. Уникальное обнажение кварцево-глауконитовых песков палеогена. Площадь памятника составляет 0,01 га (рисунок 6).



Рисунок 6 – Обнажение «Крупец» в бассейне р. Сож

Таким образом, на территории Белорусского Полесья к памятникам природы пока отнесено 5 разрезов, из них отложения 3-х изучены палинологическим методом. Распределены они крайне неравномерно – преимущественно в Гомельском Полесье, в бассейнах Днепра, Сожа и Припяти. Подобные памятники природы практически отсутствуют в пределах Брестского Полесья.

Нами обновлены сведения о данных палинологических исследованиях разрезов, имеющих статус памятников природы республиканского значения, составлена карта их местоположения. В обнажениях Лоев, Дорошевичи и Зборов вскрыты образования муравинского межледниковья и коррелятные образования поозерского раннеледниковья. Показано, что палинологическая характеристика обнажений Гомельского Полесья обладает спецификой малой роли ели по разрезу, высокой величиной широколиственных пород на фоне доминирования сосны.

Выводы

Результаты исследований позволяют сделать вывод о необходимости увеличения числа памятников природы Белорусского Полесья за счет новых уникальных геологических объектов – хранителей палинологической информации. Обеспечение их гарантированного сохранения позволит обновлять палеонтологическую характеристику ископаемых остатков из древних толщ, что, в свою очередь, содействует решению проблемных вопросов стратиграфии и палеогеографии времени накопления отложений в плейстоценовых палеоводоемах и пополняет перечень разрезов единственной на Беларуси Палинологической Базы Данных.

В пределах территории региона имеются также палинологически изученные уникальные разрезы по керну буровых скважин из погребенных ископаемых толщ и обнажений разного типа, не имеющие пока статуса памятников природы, но по степени их полной палинологической изученности являются таковыми – это Червоное, Смычок, Борхов, Белица Поляновка, Дворец и другие в Гомельской области, Ишкольд, Смолярка, Борки, Выгоновское, Гвозница, Черное, Олтуш, Ореховское, Колдычевское, Бобровичское, Корчево и другие в Брестской области.

В отношении вышеописанных памятников природы должен сохраняться установленный Законом Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях» (с. 35) и обеспечиваться органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь особый режим их охраны и использования, поскольку они имеют историческое, научное, эколого-просветительское значение. Кроме того, они являются неотъемлемой частью и важным компонентом природного ландшафта, а также обеспечивают сохранность генофонда биологического разнообразия.

Список использованных источников

1. Цапенко, М.М. Антропогенные отложения Белоруссии / М.М. Цапенко, Н.А. Махнач. – Мн., 1959. – 223 с.
2. Shalaboda, V. Characteristic features of Muravian (Eemian) pollen succession from various regions of Belarus // Acta Palaeobot., 41(1). – 2001. – P. 27–41.
3. Ільін, Я.А. Муравінскія міжледавіковыя адклады на р. Прыпяці каля в. Дарашэвічы / Я.Н. Ільін, Э.А. Крутоус // Антрапаген Беларусі. – Мн., 1971. – С. 184–194.
4. Yelovicheva, Ya. Sedimentation conditionals during the Murava (Eemian) interglacial in Belarus / Ya. Yelovicheva, Ya. Anoshko. // The Eemian. Local sequences, global perspectives. Abstracts of INQUA - SEQS Symposium. – Kerhrade, September, 1998. – P. 94.
5. Еловичева, Я.К. Условия накопления осадков в муравинское (микулинское) межледниковье в разрезе Дорошевичи (Беларусь) / Я.К.Еловичева, Я.И. Аношко // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия. Тезисы IX Всероссийской палинологической конференции. – Москва: ИГиРГИ, 1999. – С. 100–101.

6. Махнач, Н.А. Этапы развития растительности Белоруссии по палеонтомологическим данным / Н.А. Махнач. – Минск. 1971. – 212 с.

7. Палинологическая База Данных Беларуси (ПБД Беларуси) / Электронный вариант фонда – 1300 с. / Я.К. Еловичева, А.Г. Леонова, О.В. Таборовец. Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия // Тезисы IX Всероссийской палинологической конференции 13-17 сентября 1999 г., Москва. – М.:ИГиРГИ, 1999. – С. 102–103.

PALYNOLOGICALLY STUDIED SECTIONS OF THE BELARUSIAN POLESIE AS PARTICULARLY VALUABLE OBJECTS OF NATURAL HERITAGE

YA.K. YELOVICHEVA, N.M. PISARCHUK

The article presents data on natural outcrops of Pleistocene rocks as especially valuable objects of natural heritage in the status of geological monuments of nature of republican significance on the territory of the Belarusian Polissya, the deposits of which were studied by the palynological method.

УДК 574.4; 631.45; 632.8

ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ЗОЛЫ, ПОЛУЧАЕМОЙ НА ОБЪЕКТАХ БИОЭНЕРГЕТИКИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

А.П. Колбас¹, И.В. Бульская¹, И.Н. Яковук¹, В.С. Нестерук¹, М.М. Дашкевич²

1. Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

2. Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Проведенный анализ золы методами биотестирования с использованием двух культур (кукуруза и подсолнечник) выявил ее фитотоксичность, начиная с 10% (по массе). Наиболее индикативный параметр – длина корней подсолнечника. Физико-химический анализ золы и лизиметрических вытяжек свидетельствует о повышенном содержании как биофильных, так и технофильных элементов. Причем значительное присутствие первых (Zn, Cu, Mo, Co, Mn, B, P, K) позволяет использовать данную золу в качестве минеральной добавки к почве. Наличие повышенных концентраций кадмия и солей щелочных и щелочноземельных металлов требует строго контроля и умеренного применения золы в комплексе с органическими компонентами кислой природы (торф).

Ключевые слова: зола, индикативность, почва, тяжелые металлы, фитотоксичность, фэдинг

Введение

Энергетическая безопасность Республики Беларусь обеспечивается, в том числе, широким вовлечением в топливный баланс местных видов топлива, возобновляемых и нетрадиционных источников энергии, из которых значительная часть ресурсов приходится на древесное топливо и растительную биомассу [1].

Минеральный состав золы зависит от целого ряда внутренних и внешних факторов: вида растения, его жизненной формы, условий произрастания, геохимического фона, доступности элементов питания, технологических особенностей озоления и др. [2, 3]. В то же время золоотвалы с повышенным содержанием тяжелых металлов (ТМ) являются потенциальными источниками загрязнения окружающей среды [4].

Способы применения золы в качестве удобрения также зависят от ряда условий: потребностей и лимитов растений, первоначального микрохимического состава и кислотности почвы [5]. Фитотоксические пороги по отдельным элементам довольно сильно варьируют у различных растений, поэтому для большинства из них золу нужно вносить в хорошо увлажненную почву или после предварительного разбавления органическими субстратами (компост, торф) [5].

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что золу и золошлаковые материалы можно использовать в различных отраслях народного хозяйства, например, в сельском и лесном хозяйстве, металлургии, нефтехимической промышленности, строительной индустрии, в зеленом и дорожном строительстве, биоэнергетике [6]. Преимуществами применения золы в качестве почвенной добавки являются увеличение рН для кислых почв, возмещение запаса минеральных веществ, потребленных растениями (в том числе NPK до определенной степени), увеличение доступности для растений нутриентов и улучшение их роста. Сорбционные свойства золы и углей, полученных из растительной биомассы, способствуют снижению подвижности ТМ и устойчивых органических загрязнителей в почве, таким образом, уменьшая их доступность для растений и риск попадания ТМ в пищевые цепи [7, 8]. Следует отметить, что, несмотря на широкое применение данного метода на практике, в научной литературе отсутствует достаточное количество информации о фитотоксических порогах и рекомендуемых дозах для конкретных культур, долгосрочном влиянии высоких доз золы на лесное и сельское хозяйство, а также на почвенные микроорганизмы.

Целью данной работы являлась первоначальная оценка фитотоксичности золы методом почвенных серий (фэдинг), а также ее физико-химический анализ.

Материалы и методы

Почвенные серии формировались после тщательного перемешивания незагрязненных контрольных почв (отдел Агробиологии Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина) с золой (КУМПП Кобринское ЖКХ) в соотношении от 0:100 % до 50:50 % с шагом в 10% (метод «Фэдинг»). Предварительные опыты показали, что концентрации золы более 50% приводят к гибели всех растений.

В первоначальных субстратах было определено валовое содержание макро- и микроэлементов (таблица 1) на атомно эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой iCAP 7200 DUO (производство Thermo Scientific) в ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси».

Также были получены лизиметрические вытяжки из почвенных серий. Приспособление по отбору почвенного раствора Rhizon MOM (Eijkelkamp, Нидерланды) было помещено в каждый горшок под углом 45°. Почвенные растворы (30 мл) были отобраны трижды с интервалом в одну неделю и хранились до анализа при температуре 4°C [9]. Общая концентрация солей в вытяжках определялась на рефрактометре Pocket PAL-1 (Atago, Japan).

В качестве тест-объектов были выбраны кукуруза (*Zea mays* L.) и подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.). Выбор объектов обусловлен высокой скоростью роста и индикативностью к загрязнению почв, выявленных в предыдущих исследованиях [10].

Для проведения анализа по 10 семян высевали в каждый горшок в четырехкратной повторности. Затем горшки помещали в климатизированное помещение Зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина со следующими условиями: световой режим – 14 ч, освещение – 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, температура 25°C (день)/22°C (ночь), относительная влажность – 65 % [11]. Горшки были расставлены в случайном порядке и поливались водопроводной водой (50 % полевой влажности почвы).

Растения были собраны через три недели на стадии двух-трех настоящих листьев. Побеги и корни каждого растения были промыты, взвешены и измерены.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы R версия 3.5.3 (Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия). Уровень достоверности был $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Химический состав золы

Химический анализ золы выявил повышенные содержания как биофильных, так и некоторых технофильных элементов (таблица 1). Так содержание меди было в 15 раз выше фонового, марганца – более чем в 4 раза, бора – более, чем в 10 раз. Повышенными концентрациями характеризуются калий и кальций – в более чем в 40 и 17 раз соответственно.

Таблица 1 – Химический состав субстратов (валовое содержание элементов)

Вариант	Содержание элемента, мг/кг										
	Pb	Cd	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Cr	Mo	B
Почва	7,69	0,12	9,78	28,94	4634,77	87,55	3,39	1,49	10,21	0,07	6,94
Зола	6,37	1,85	29,2	133,64	2865,84	456,52	3,02	3,37	9,66	0,32	68,76
Вариант	Содержание элемента, г/кг										
	Al	P	S	K	Na	Ca	Mg				
Почва	4,78	0,45	0,57	0,79	0,09	7,29	1,24				
Зола	5,23	6,00	0,88	34,09	1,06	129,57	13,13				

Высокие концентрации щелочных и щелочноземельных металлов могут значительно повышать осмотическое давление почвенного раствора и затруднять его поглощение корнями. В то же время, содержания таких ТМ, как цинк и кадмий в золе превышает ПДК в 2,4 и 3,7 раза соответственно.

Диапазон варьирования pH в лизимитрических вытяжках составил 7,85–8,53. Фитотоксичность была в первую очередь обусловлена повышенным содержанием щелочных и щелочноземельных металлов. Общая концентрация лизимитрических вытяжек, измеренная рефрактометрически, варьировала в пределах 0,5–1,5%.

Ростовые параметры тестовых растений

Анализ ростовых параметров выявил повышенную чувствительность подземных органов, по сравнению с надземными (рисунки 1 и 2). Схожие тенденции, вызванные непосредственным контактом корней с токсичным субстратом, были выявлены ранее [10]. Первые признаки фитотоксического действия отмечены уже при добавлении 10% золы (длина корня подсолнечника в опыте с 10 % золы ниже на 42, 5 %; кукурузы – на 28,6 %, отличия между контролем и опытом статистически достоверны). Ингибирование при более высоких уровнях внесения золы вероятно является следствием значительного повышения pH почвы, превышающего оптимальный уровень для роста и поглощения нутриентов [3]. Доказано, что факторы окружающей среды прямо или косвенно определяют доступность ионов и активность ферментов в почве, при этом pH почвы выступает в качестве доминирующего фактора [12].

Длина побега в условиях опыта была менее индикативной, в опыте с 10 % золы у проростков подсолнечника была выше контрольной на 5,9 %, у проростков кукурузы – меньше на 6,8 %. В опыте с 40 % золы у проростков подсолнечника длина проростка была ниже контрольной на 51,2 % (длина корня ниже на 79 %); у проростков кукурузы длина побега была меньше на 39,2 % (длина корня ниже на 80,3 %).

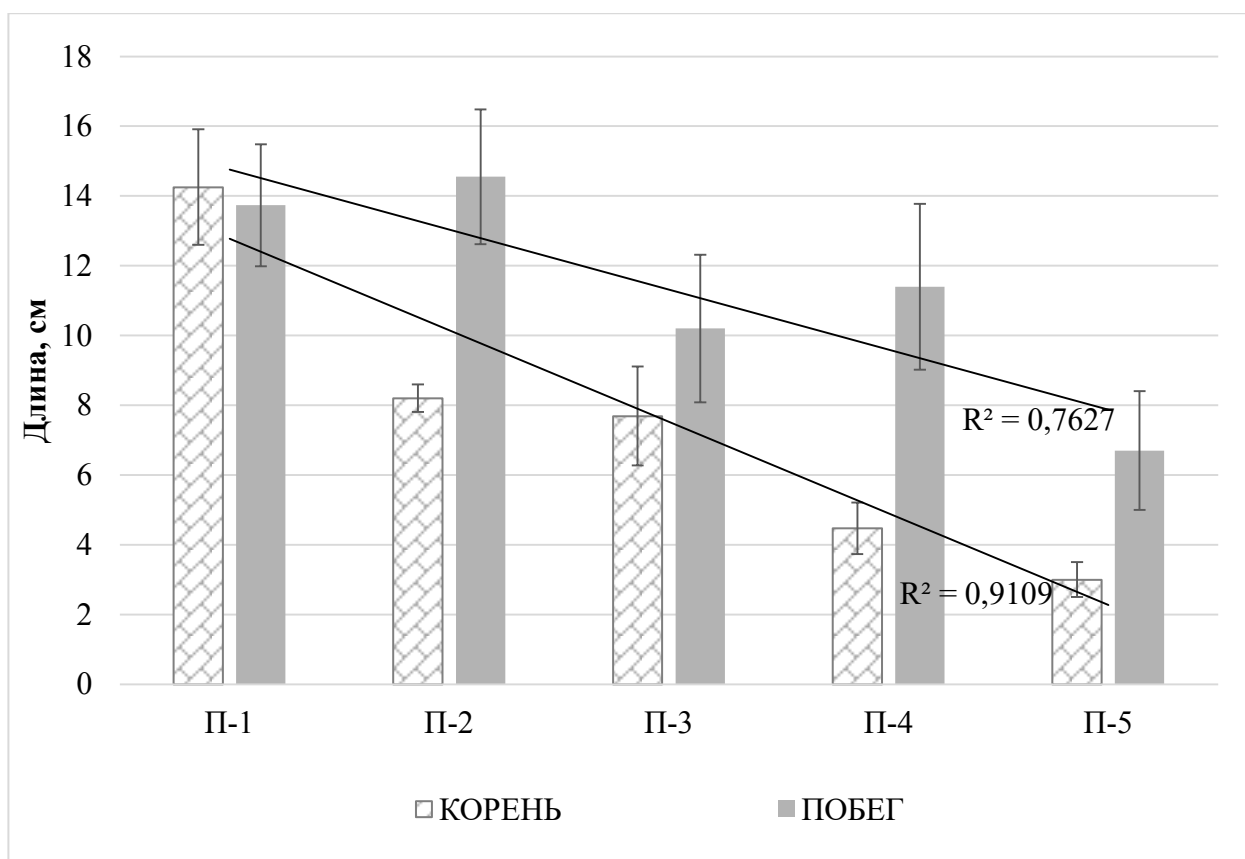


Рисунок 1 – Результаты исследования фитотоксичности различных концентраций золы в почве в лабораторных условиях с использованием семян подсолнечника:
 П-1 – контроль, П-2 – 10% золы, П-3 – 20% золы, П-4 – 30% золы, П-5 – 40% золы

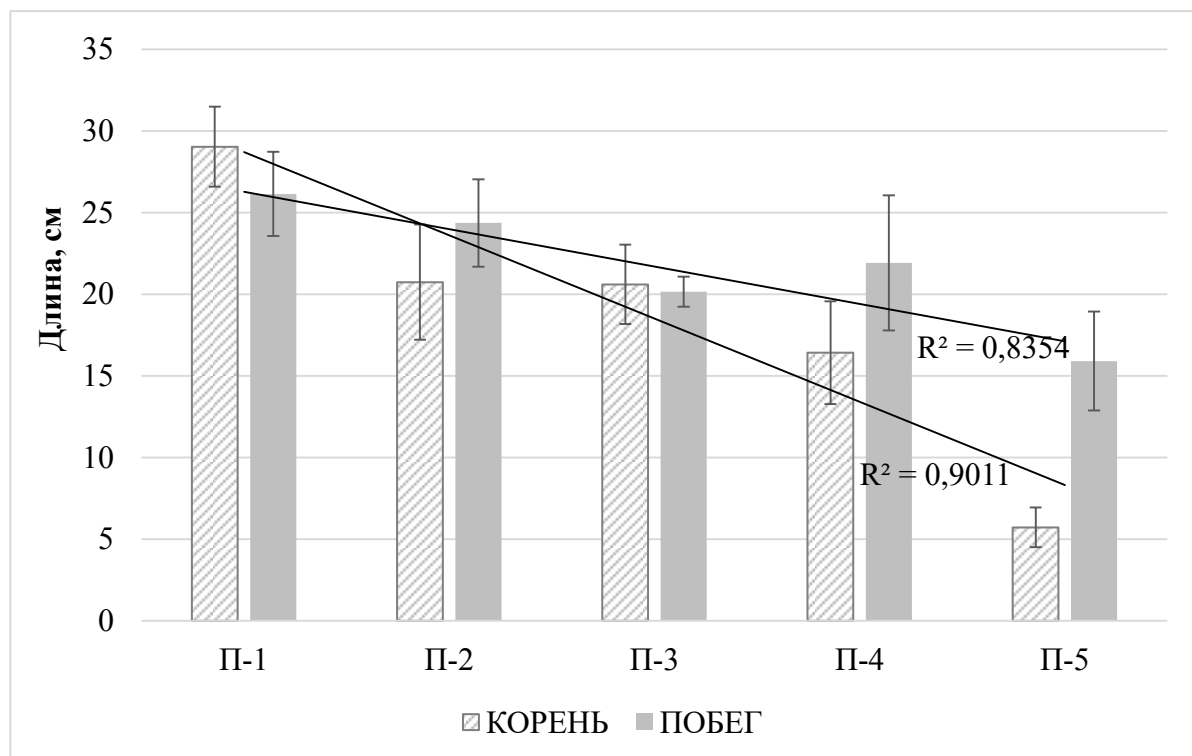


Рисунок 2 – Результаты исследования фитотоксичности различных концентраций золы в почве в лабораторных условиях с использованием семян кукурузы:
 П-1 – контроль, П-2 – 10% золы, П-3 – 20% золы, П-4 – 30% золы, П-5 – 40% золы

Анализируя тренды, можно отметить, что уменьшение длины корней с ростом концентрации золы в почве носит более равномерный характер, чем уменьшение длины стебля для обоих протестированных видов. Коэффициент корреляции для длины корня также выше, чем для длины побега, в каждом из вариантов опыта.

Выводы

Показано, что растительная зола, получаемая из местных видов топлива, является ценным минеральным продуктом и может использоваться для подкормки растений, профилактики их болезней, раскисления субстратов и др. Метод Фэдинг показал высокую эффективность; наиболее чувствительным параметром к повышенным концентрациям золы оказалась длина корней подсолнечника. При внесении нужно учитывать микрохимический состав как почвы, так и вносимой золы, а также потребности и лимиты растений в минеральном питании. Для уменьшения фитотоксического эффекта, вследствие повышенного содержания солей, pH и некоторых ТМ рекомендуется внесение не более 10%, а также смешение золы с органическими субстратами кислой природы (торф) и добавление основных элементов минерального питания (NPK).

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ № X22Б-009 «Оценка свойств золы, получаемой на объектах биоэнергетики Брестской области, и разработка рекомендаций по ее использованию в народном хозяйстве», № ГР 20220932.

Список использованных источников

1. Мясникович, М.В. Управление системой обеспечения экономической безопасности / М.В. Мясникович, С.С. Полоник, В.В. Пузиков. – Минск: Право и экономика, 2006. – 380 с.
2. Sarkar, B. Biochar from Biomass: A Review on Biochar Preparation Its Modification and Impact on Soil Including Soil Microbiology / B. Sarkar et al. // *Geomicrobiology*, Volume 39, Issue 3–5: Microorganisms in Mining & Industrial Waste Management – 2022. – P. 373–388.
3. Etiegni, L. Evaluation of wood ash disposal on agricultural land. I. Potential as a soil additive and liming agent / L. Etiegni, A.G. Campbell, R.L. Mahler // *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Volume 22, Issue 3-4. – 1991. – P. 243–256.
4. Хомич, В.С. Золоотвалы ТЭЦ как потенциальные источники загрязнения окружающей среды / В.С. Хомич, Д.Ю. Городецкий, Е.П. Овчарова, В.С. Рыжиков, С.В. Савченко, Г.М. Бокая, П.В. Курман // Сб. науч. тр. / Национальная академия наук Беларуси, Государственное научное учреждение «Институт природопользования». – Минск, 2012. – Вып. 21. – С. 124–135.
5. Палеев, П.Л. Использование золошлаковых отходов в сельском хозяйстве / П.Л. Палеев, Л.И. Худякова // XXI Век. Техносферная Безопасность, 6(4). – 2021. – P. 348–356.
6. Родькин, О.И. Перспективы использования золы древесины ивы и соломы в растениеводстве / О.И. Родькин, И.В. Сай, С.К. Пронько // *Экологический вестник*. – 2013. – № 2 (24). – С. 84–90.
7. Босак, В.Н. Применение древесной золы в питании растений / В.Н. Босак, О.Н. Марцуль, Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева // *Труды БГТУ*. – 2012. – № 1. – С. 158–160.
8. Dang, V.M. Evaluation of fly ash, apatite and rice straw derived-biochar in varying combinations for in situ remediation of soils contaminated with multiple heavy metals / V.M. Dang et al. // *Soil Science And Plant Nutrition*, VOL. 66, NO. 2. – 2020. – P. 379–388.
9. Kolbas, A. Copper phytoextraction in tandem with oilseed production using commercial cultivars and mutant lines of sunflower / A. Kolbas [et al.] // *Intern. J. Phytoremediation*. – 2011. – Vol. 13, Suppl. 1. – P. 55–76.
10. Колбас, А.П. Структурные и функциональные ответы растений на полиэлементное загрязнение в почвенных сериях / А.П. Колбас, Н.Ю. Колбас, М.А. Пастухова // *Веснік Брэсцкага ўніверсітэта, сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі*. – 2021. – № 1. – С.23–33.
11. ISO 11269-2:2012. Soil quality -Determination of the effects of pollutants on soil flora – Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants. – 2012. – P. 19.
12. Кузина, Л.Б. Актуальное состояние изучения изменения форм и биодоступности меди и цинка в системе «почва - растение»: выбор дизайна исследования для мониторинга на большом массиве образцов/ Л.Б. Кузина // *Бюллетень науки и практики*. – 2018. – Т. 4. №7. – С. 120–152.

INITIAL ASSESSMENT OF PHYTOTOXICITY OF ASH PRODUCED AT BIOENERGY FACILITIES IN BREST REGIO

A.P. KOLBAS, I.V. BULSKAYA, I.N. YAKOVUK, V.S. NESTERUK, M.M. DASHKEVICH

The analysis of ash by biotesting methods using two crops (corn and sunflower) revealed its phytotoxicity, starting from 10% (by weight). The most indicative parameter is the length of sunflower roots. Physical and chemical analysis of ash and lysimetric extracts indicates an increased content of both biophilic and technophilic elements. Moreover, the significant presence of the former (Zn, Cu, Mo, Co, Mn, B, P, K) allows the use of this ash as a mineral additive. The presence of elevated concentrations of cadmium and salts of alkali and alkaline earth metals requires strict control and moderate use of ash in combination with acidic organic components (peat).

УДК 631.45; 634.7

ОЦЕНКА ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ЛЕСНЫХ ЯГОДНИКОВ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА

Н.Ю. Колбас¹, А.П. Колбас², М.М. Дашкевич¹, П.В. Качанович¹, А.М. Подлужная¹

1. Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

2. Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В статье представлены данные по содержанию 10 тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Co, Cr и Mo; метод ICP-AES) в почвах ягодников фоновых территорий Брестского региона. Определен региональный фон содержания ТМ в двух почвенных горизонтах (A0 и A1) ягодников пяти видов (*Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Fragaria vesca* L., *Rubus idaeus* L., *Rubus fruticosus* L.), а также в листьях и плодах *V. myrtillus*.

Ключевые слова: тяжелые металлы, региональный фон, почва, ягодники, *Vaccinium myrtillus*

Значительная часть элементов-загрязнителей в настоящее время аккумулирована в компонентах лесных экосистем: почве, лесных подстилках, а также в самих живых растительных объектах. Растения являются важным звеном, при участии которого экотоксиканты поступают из почвы, воды и воздуха в организм животных и человека. Поэтому актуальной проблемой является оценка уровня содержания тяжелых металлов (ТМ) и иных токсикантов в почвах и субстратах лесных экосистем, а также растительной продукции. В целом, изучение химического состава дикорастущих растений позволяет сделать выводы о степени антропогенной трансформации биогеохимических циклов на исследуемой территории и принять своевременные меры по предотвращению развития неблагоприятных ситуаций.

Важнейшим этапом является установление регионального фона для различных субстратов, организмов и продукции. Ранее фоновые содержания определялись для травянистых растений в природных и сельскохозяйственных биоценозах [1–3].

Целью данной работы является установление актуального фонового содержания ТМ в почвах ягодников *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Fragaria vesca* L., *Rubus idaeus* L., *Rubus fruticosus* L., а также в плодах и листьях *V. myrtillus*.

Заложены 7 пробных площадок черничников (Ч), 5 – ежевичников (Е), 3 – земляничников (З), 2 – малинника (М) и 1 – брусничник (Б). Образцы почв были отобраны согласно требованиям ГОСТа 17.4.4.02-84 [4] с глубины до 10 см (горизонт A0) и 10–20 см (горизонт A1). Растительные образцы отбирали согласно рекомендациям [5]. Все образцы высушивали до воздушно-сухого состояния, далее измельчали до частиц менее 1 мм. Для определения валового содержания ТМ химическое разложение почвы проводили согласно ISO 11466 смесью HNO₃ (14 М) и HCl (12 М) в соотношении по объему 1:3; для экстракции подвижных форм элементов применяли ацетатно-аммонийный буферный раствор (рН = 4,8). Пробоподготовку растительного материала проводили по ГОСТу 26929-94 [6]. Определение содержания ТМ проводили методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES) согласно ГОСТу ISO 22036-2014 [7] с использованием спектрометра iCAP 7200 DUO (производство Thermo Scientific). Все опыты выполнены в трехкратной повторности.

Данные о содержании металлов в горизонтах A0 и A1 почв исследованных ягодников представлены в таблице 1. В горизонте A0 общее валовое содержание 10-и изученных ТМ варьировало от 974,18 до 5147,67 мг/кг, а их подвижных форм – от 20,46 до 401,69 мг/кг. Металлы по валовому содержанию (в мг/кг) в почвенном горизонте A0 фоновых стационаров можно ранжировать в последовательности: Fe (924,08–4942,27) > Mn (6,65–532,27) > Zn (9,46–44,77) > Pb (2,16–15,21) > Cr (1,14–7,7) > Cu (0,72–6,93) > Ni (1,05–2,32) > Mo (0,01–1,45) > Co (0,26–1,13) > Cd (0,05–0,38) (таблица 1). Отмечено незначительное превышение валового фонового содержания Zn в горизонте A0 для 6-и изученных стационаров (Ч-1, Ч-7, Е-2, Е-3, З-1 и З-3), Pb – для Ч-1, Ч-2, Ч-7, Е-3, Е-6 и Б-1, Mn – для Е-2 [8; 9], при этом значение ПДК не превышено.

Таблица 1 – Содержание ТМ в почвах фоновых стационаров

Стационар		Концентрация металла (мг/кг)									
*	Географические координаты	Pb	Cd	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Co	Cr	Mo
горизонт A ₀											
черничники											
Ч-1	51.8096,	11,71	0,38	4,12	36,74	70,1	1072	2,44	0,45	1,36	0,15
	23.7035	2,57	0,23	0,08	15,73	45,7	4,2	0,23	0,09	0,00	0,00

Продолжение таблицы 1

Ч-2	52.1602, 2 3.5902	10,32 3,21	0,1 0,07	0,96 0,07	14,04 4,16	184,0 125,7	1195 20,2	1,18 0,19	0,34 0,08	1,41 0,08	0,06 0,00
Ч-7	52.0042, 24.0470	15,21 1,66	0,30 0,19	2,48 1,49	21,12 9,25	6,65 3,0	924,08 3,6	1,36 0,16	0,31 0,07	1,22 0,01	1,45 0,00
ежевичники											
Е-1	51.9915, 24.6039	4,83 0,59	- 0,06	1,6 0,10	14,26 8,10	244,6 147,4	1062,9 5,5	1,63 0,10	0,32 0,04	1,91 0,03	-
Е-2	52.1615, 23.5939	4,63 1,26	0,20 0,11	2,33 0,10	20,29 8,61	295,5 169,3	1009 11,3	1,29 0,15	0,41 0,07	1,26 0,03	-
Е-3	52.1502, 3.6043	9,25 0,68	- 0,03	6,93 0,28	25,58 6,68	152,9 31,6	4942,3 23,5	1,91 0,12	1,13 0,05	7,7 0,04	-
Е-4	52.1407, 23.6337	2,16 0,06	0,06 0,05	0,72 0,03	9,46 3,03	149,9 63,4	2433 43,6	1,05 0,08	0,62 0,06	1,53 0,03	-
Е-6	52.1457, 23.9886	11,56 3,65	0,05 0,03	1,44 0,03	10,72 3,02	55,7 24,2	1070 15,9	1,39 0,19	0,50 0,08	1,29 0,06	0,16 0,00
земляничники											
З-1	51.8186, 23.7025	6,02 1,62	0,10 0,05	1,96 0,10	25,88 10,85	138,7 60,3	936 6,0	1,06 0,07	0,34 0,05	1,14 0,03	0,03 0,00
З-2	52.1110, 23.7138	7,01 1,77	0,11 0,07	1,44 0,09	14,04 5,52	124,3 62,4	1403 10,6	1,15 0,15	0,55 0,09	1,54 0,05	0,02 0,00
З-3	52.3476, 23.7739	6,49 1,53	0,37 0,21	4,35 0,20	44,77 20,64	532,3 371,6	1413 7,1	2,32 0,27	0,84 0,12	1,94 0,04	-
малинник											
М-2	52.1616, 23.5865	5,23 1,62	0,08 0,06	1,11 0,04	12,50 5,65	78,3 58,3	1124 7,9	1,25 0,09	0,33 0,06	1,26 0,04	0,01 0,00
брусничник											
Б-1	52.004314, 24.045397	14,35 3,39	0,20 0,10	1,52 0,11	10,47 3,72	10,1 4,7	1049 8,1	1,29 0,22	0,26 0,05	1,16 0,03	0,12 0,00
Среднее значение		8,37 1,82	0,18 0,1	2,38 0,21	19,99 8,07	157,14 89,81	1510,3 12,87	1,49 0,16	0,49 0,07	1,90 0,04	0,25 0,00
горизонт А ₁											
черничники											
Ч-1	51.8096, 23.7035	3,65 1,17	- 0,03	0,14 0,01	2,68 0,72	14,2 1,5	772 24,0	0,47 0,04	0,18 0,02	1,90 0,04	-
Ч-2	52.1602, 23.5902	10,3 2,13	- 0,04	0,73 0,04	12,55 0,66	121,2 20,1	2987 94,6	2,10 0,06	0,80 0,06	4,94 0,14	-
Ч-3	52.3227, 23.4009	3,27 0,08	- 0,06	1,69 0,11	15,47 3,73	370,8 79,5	4733,2 35,5	2,08 0,12	1,23 0,06	5,91 0,03	-
Ч-5	52.0276, 23.8444	9,96 3,25	- 0,03	0,71 0,13	3,44 0,47	11,9 0,6	1427 180,7	0,84 0,07	0,23 0,03	3,58 0,21	-
Ч-6	52.5693, 23.8717	4,23 1,17	- 0,01	1,33 0,08	8,03 1,09	228,4 22,59	577,1 71,6	0,34 0,05	0,7 0,09	3,98 0,11	-
Ч-7	52.0042, 24.0470	4,37 1,14	- 0,01	0,28 0,02	1,27 0,47	5,97 0,7	571,2 31,1	0,35 0,03	0,1 0,02	1,14 0,04	-
ежевичники											
Е-1	51.9915, 24.6039	2,83 0,75	- 0,02	0,6 0,05	4,26 1,03	24,59 8,4	862,8 32,4	0,63 0,04	0,22 0,03	1,81 0,06	-
Е-2	52.1615, 23.5939	7,72 1,32	- 0,03	0,89 0,05	9,56 0,93	139,9 17,7	2500 59,8	2,35 0,09	0,93 0,07	5,20 0,08	-

Продолжение таблицы 1

Е-3	52.1502, 3.6043	9,45 0,81	– 0,04	6,73 0,31	25,4 7,02	143,6 27,5	5012,1 33,5	1,97 0,15	1,12 0,05	7,29 0,05	–
Е-4	52.1407, 23.6337	5,61 0,29	– 0,03	1,1 0,02	11,11 0,63	239 37,6	7427,3 231,0	2,51 0,26	1,35 0,08	9,01 0,08	–
Е-5	52.0278, 23.8445	5,94 1,21	– 0,04	1,02 0,07	9,05 0,62	20,0 3,5	2306 67,6	2,62 0,19	1,17 0,11	5,39 0,19	–
Е-6	52.1457, 23.9886	4,64 1,04	– 0,01	0,49 0,05	6,41 0,24	16,37 1,3	1535,1 52,6	1,31 0,09	0,43 0,02	3,03 0,05	–
земляничники											
З-1	51.8186, 23.7025	10,7 2,51	– 0,02	3,78 0,41	12,10 2,18	34,5 8,2	1778 21,3	1,55 0,07	0,42 0,04	4,52 0,08	–
З-2	52.1110, 23.7138,	6,93 1,11	– 0,03	0,79 0,07	12,12 0,83	108,1 14,0	2976 47,4	2,66 0,38	0,95 0,06	5,76 0,14	–
З-3	52.3476, 23.7739	6,83 1,50	– 0,03	0,89 0,03	7,00 1,54	47,5 12,1	1234 26,2	0,88 0,02	0,24 0,02	2,65 0,05	–
малинники											
М-1	52.1407, 23.6337	7,85 0,65	– 0,05	6,36 0,45	17,85 2,69	205,1 26,7	7921 363,7	2,34 0,20	1,23 0,09	10,14 0,14	–
М-2	52.1616, 23.5865	5,27 0,99	– 0,03	0,56 0,05	7,90 0,83	49,2 11,1	2965 41,7	2,01 0,08	0,70 0,06	3,88 0,10	–
брусничник											
Б-1	52.0043, 24.0454	6,36 1,69	– 0,03	0,65 0,00	3,5 0,70	11,72 0,3	1147 38,4	0,72 0,05	0,17 0,02	1,98 0,04	–
Среднее значение		6,57 1,27	– 0,03	1,61 0,11	9,51 1,47	91,97 16,3	2832,6 80,73	1,54 0,11	0,68 0,05	4,60 0,09	–
Среднее фоновое для почв РБ [8]		8,2	0,37	5	19,6	205	–	4,8	6	4,3	1,5
ПДК [8]		32	0,5	33	55	1500	–	20	20	100	10

Примечание: * – аббревиатура; над чертой – валовое содержание металла, под чертой – содержание подвижных форм.

ТМ по содержанию подвижных форм в A_0 почвенном горизонте фоновых стационаров можно ранжировать в следующей последовательности: Mn (2,98–371,63) > Fe (3,56–43,59) > Zn (3,02–20,64) > Pb (0,06–3,65) > Cu (0,03–1,49) > Ni (0,08–0,27) > Cd (0,03–0,23) > Co (0,04–0,12) > Cr (0,01–0,08). В изученных образцах подвижные формы Mo не выявлены. Отношение подвижных форм ТМ к их валовому содержанию варьировало от 0,024 (Cr) до 0,529 (Cd).

В отличие от образцов горизонта A_0 фоновых стационаров в образцах горизонта A_1 содержание Cd и Mo лежит за границами нижнего предела чувствительности прибора. Общее валовое содержание 8-и выявленных ТМ составило 584,73–8171,96 мг/кг, а их подвижных форм – 27,47–394,7 мг/кг. ТМ по валовому содержанию (в мг/кг) в A_1 почвенном горизонте фоновых стационаров можно ранжировать в последовательности: Fe (571,25–7427,3) > Mn (5,97–370,82) > Zn (1,27–25,4) > Pb (2,83–9,96) > Cr (1,14–10,14) > Cu (0,14–6,73) > Ni (0,35–2,66) > Co (0,1–1,35).

Для большинства стационаров содержание изученных металлов не превышает среднее фоновое значение для почв Беларуси [8] и согласуется с ранее полученными данными [9]; значение ПДК не превышено (таблица 1). Отмечено незначительное превышение среднего по республике валового фонового содержания Cr в почвах большинства изученных стационаров, а также Pb для Ч-2, Ч-5, Е-3 и З-1, Cu – для Е-3 и М-1, Mn – для Ч-3, Ч-6 и Е-4.

Металлы по содержанию подвижных форм в почвенном горизонте A_1 фоновых стационаров можно ранжировать в следующей последовательности: Fe (21,32–364) > Mn (0,31–79,51) > Zn (0,24–7,02) > Pb (0,29–3,25) > Cu (0,01–0,45) > Ni (0,02–0,38) > Cr (0,03–0,21) > Co (0,02–0,11) > Cd (0,01–0,05). Отношение подвижных форм к валовому содержанию изученных металлов варьировало от 0,023 (Cr) до 0,198 (Pb).

Таким образом, ТМ по валовому содержанию (мг/кг) в фоновых почвах ягодников образуют ряд: Fe > Mn > Zn > Pb > Cr > Cu > Ni > Co > Mo > Cd. Молибден выявлен только в горизонте A_0 , при этом подвижные его формы в данном горизонте не найдены.

Для человека такие элементы как Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr, Se и I относятся к группе эссенциальных [10]. С другой стороны, такие эссенциальные металлы как Fe, Zn, Cu, Mn и Mo, а также неэссенциальные Pb,

Ni, Cd, Hg, Cr, Sb в высоких концентрациях обладают относительно высокой токсичностью. В течение вегетационного периода происходит поступление, накопление и перераспределение элементов внутри растения.

Черника (*Vaccinium myrtillus* L.) – одна из наиболее заготавливаемых населением ягод лесного фонда Республики Беларусь, что делает актуальным мониторинг загрязненности этой продукции ТМ. В нашем исследовании в листьях и плодах черники изученных фоновых стационаров (Ч 1-7) 6 из 9-и выявленных химических элементов являются эссенциальными (таблица 2). Плоды не содержат Pb, Co и Mo, а концентрации Cd и Cr мизерные. Общее содержание эссенциальных элементов в плодах черники фоновых стационаров варьирует от 84,94 до 169,14 мг/кг сухих плодов. Таким образом, плоды черники можно рекомендовать населению Беларуси в качестве нутрицевтического источника эссенциальных элементов, в первую очередь Mn (среднее содержание 87,03 мг/кг), Fe (среднее содержание 13,63) и Zn (среднее содержание 6,96 мг/кг).

Pb выявлен только в листьях черники стационара Ч-6 (таблица 2), коэффициент биологического накопления (КБН) составил 0,081; Co выявлен только в листьях черники стационара Ч-5, его КБН составил 0,5. Для листьев КБН Cu варьировал от 33,46 до 482,33, Zn – от 11,54 до 52,87, Mn – от 0,378 до 51,31, Ni – от 20 до 33,67, Cr – от 4,08 до 20,5, Fe – от 2,03 до 14,00, Cd – от 1,33 до 12,00. Для плодов КБН Cu варьировал от 33,31 до 457, Mn – от 0,151 до 26,98, Ni – от 3,96 до 21,00, Zn – от 1,67 до 16,38, Fe – от 0,34 до 2,56, Cr – от 0,024 до 0,75.

Таким образом, установленные концентрации потенциально токсичных металлов в листьях и плодах ягодных растений региона (региональный фон), а также лесных почвах может быть использована в экомониторинге, для оценки качества растительного сырья, ягодной продукции, а также для выявления как пригодных для заготовок ягодников, так и потенциально небезопасных для здоровья населения.

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в органах черники на фоновых стационарах

Стационар	Концентрация металла (мг/кг)								
	Pb	Cd	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Cr
листья									
Ч-1	0,00	0,00	4,82± 0,21	8,31± 0,25	38,70± 2,03	335,95± 37,32	0,977± 0,093	0,00	0,163± 0,042
Ч-2	0,00	0,067± 0,005	4,26± 0,77	17,69± 7,29	35,36± 0,93	583,26± 14,74	1,42± 0,15	0,00	1,323± 0,183
Ч-4	0,00	0,00	3,58± 0,35	7,47± 0,37	35,26± 5,54	485,02± 34,65	1,28± 0,064	0,00	0,187± 0,038
Ч-5	0,00	0,04± 0,004	4,35± 0,26	18,08± 4,44	28,73± 2,38	367,65± 14,42	1,40± 0,25	0,015± 0,001	1,49± 0,25
Ч-6	0,095± 0,007	0,12± 0,001	5,32± 0,113	34,59± 2,38	8,54± 0,325	183,28± 5,31	1,46± 0,049	0,00	0,60± 0,084
Ч-7	0,00	0,057± 0,006	4,50± 0,402	24,85± 1,53	18,21± 2,67	242,78± 18,37	1,01± 0,089	0,00	0,82± 0,055
плоды									
Ч-1	0,00	0,00	4,57± 0,18	8,18± 0,18	13,27± 1,47	60,57± 3,77	0,69± 0,087	0,00	0,00
Ч-2	0,00	0,00	3,35± 0,52	6,39± 0,47	14,39± 1,55	144,99± 3,67	0,533± 0,055	0,00	0,027± 0,002
Ч-3	0,00	0,02± 0,001	4,21± 0,68	6,99± 0,93	13,42± 0,99	78,66± 1,83	0,497± 0,04	0,00	0,02± 0,001
Ч-4	0,00	0,00	2,94± 0,064	4,92± 0,79	9,92± 1,85	107,47± 16,46	0,553± 0,015	0,00	0,04± 0,006
Ч-5	0,00	0,027± 0,001	4,61± 0,45	7,61± 0,19	16,25± 1,29	56,46± 6,61	0,583± 0,043	0,00	0,007± 0,0005
Ч-7	0,00	0,00	4,4± 0,086	7,67± 0,67	14,52± 1,18	74,03± 3,36	0,63± 0,034	0,00	0,03± 0,002

Примечание: Ч-1–Ч-7 фоновые стационары (географические координаты указаны в таблице 1).

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. задание «Природные ресурсы и окружающая среда 1.02» НИР № 2 «Оценка загрязнения тяжелыми металлами и иными

экотоксикантами почв, вод, биологических объектов природных и природно-техногенных геосистем юго-запада Беларуси и научное обоснование минимизации сопутствующих экологических рисков», № ГР 20210310.

Список использованных источников

1. Особенности накопления тяжелых металлов многолетними травами и способы снижения их миграционной активности / Н. В. Михальчук [и др.] // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця / Нацыянальная акадэмія навук Беларусі, Палескі аграрна-экалагічны інстытут, Беларускі рэспубліканскі фонд фундаментальных даследаванняў. – Брэст : Альтэрнатыва, 2012. – Вып. 5. – С. 200–203.
2. Позняк, С.С. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах и растительности Центральной зоны Республики Беларусь / С.С. Позняк // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2011. – Вып. 1. – С. 254–264.
3. Головатый, С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С.Е. Головатый. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2002. – 239 с.
4. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02-84. – Введен 17.12.1992. – Минск : Госстандарт, 2014. – 8 с.
5. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М. : Гидрометиздат, 1981. – 109 с.
6. Качество почвы. Определение микроэлементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии индуктивно связанной плазмы (ИСП-АЭС): ГОСТ ISO 22036-2014 – Введен 01.04.2017. – Минск : Госстандарт, 2016. – 24 с.
7. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929-94. – Введен 01.07.1996. – Минск : Белстандарт, 1995. – 16 с.
8. Технический кодекс установившейся практики ТКП 17.03-06-2019 (33140). Охрана окружающей среды и природопользование Земли. Порядок выполнения работ по дифференцированному нормированию содержания химических веществ в землях (включая почвы). Утвержден и введен постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 14.01.2019 № 1-Т. – 22 с.
9. Мялик, А.Н. Субрегиональный природный фон содержания тяжелых металлов и микроэлементов в дерново-подзолистых почвах северо-западной части Припятского Полесья / А.Н. Мялик, М.М. Дашкевич // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2017. – № 6 (105). – С. 37–43.
10. Курец, Н.И. Роль дисбаланса химических элементов в формировании хронической патологии у детей / Н.И. Курец // Медицинские новости. – 2006. – № 2. – С. 7–17.

EVALUATION OF THE BACKGROUND HEAVY METALS CONTENT IN THE FOREST BERRIES-FIELDS COMPONENTS OF BREST REGION

N.Y. KOLBAS, A.P. KOLBAS, M.M. DASHKEVICH, P.V. KACHANOVICH, A.M. PADLYZHAYA

The article presents data about the background content of 10 heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Co, Cr, and Mo; ICP-AEC method) in the soils of berry fields in the Brest region (Belarus). The regional background content in two soil horizons (A0 and A1) of five species of berries *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Fragaria vesca* L., *Rubus idaeus* L., *Rubus fruticosus* L.), as well as in leaves and fruits of *V. myrtillus* were determined.

УДК 553.973

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ САПРОПЕЛЯ В ЗАПАДНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЧАСТЯХ БЕЛУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Б.В. Курзо, А.Ю. Татков, О.М. Гайдукевич

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Выполнен анализ ресурсов сапропеля на территории Белорусского Полесья, которые распространены в озерах и под торфом. Выявлены особенности формирования качественного состава сапропеля, обусловленные внешними и внутренними природными факторами. Представлены действующие объекты по заготовке сапропелевого сырья и показаны перспективы освоения новых месторождений.

Ключевые слова: сапропель, запасы, использование

Введение

Образование разнообразных по составу сапропелевых отложений связано с характером водоема, в котором они образуются, физико-географическими условиями на водосборе и представляет собой сложный процесс биохимического, физического и геологического преобразования исходного вещества, что ведет к значительной типологической неоднородности залежей. В Белорусском Полесье в пределах Брестской и Гомельской административных областей установлено, что определенному типу водоема обычно соответствуют специфические различия сапропеля [1]. При изменении водного режима озера, его проточности, заболоченности по периметру, обеспеченности питательными веществами изменяется химический состав и физико-механические характеристики донных отложений. В связи с тем, что сапропель является местным видом полезного ископаемого, который издавна используется человеком, обладает разнообразным химическим составом, актуальной задачей является выявление закономерностей формирования и использования ресурсов сапропеля в западной и восточной частях Белорусского Полесья.

Цель работы – анализ закономерностей образования и накопления ресурсов сапропеля в западной и восточной частях Белорусского Полесья с целью определения новых сырьевых баз для использования.

Для этого решены следующие задачи: проанализирована степень изученности ресурсов озерного сапропеля и сапропеля на торфяных месторождениях; оценен типологический состав разведанного сапропеля в зависимости от условий залегания и района осадконакопления; выявлены крупные сырьевые базы сапропелевого сырья; рассмотрены действующие и перспективные для разработки сапропеля объекты Полесья.

Методы исследований

В качестве фактического материала использованы данные поисково-оценочных и детальных работ на сапропель, полученные авторами за многолетний период, а также данные геологического фонда по разведке отдельных озер и материалы торфяного фонда по торфяным месторождениям с сапропелем. Для оценки запасов сапропеля под торфом, если они не были подсчитаны при разведке торфа, по плану месторождения (участка) определялась площадь под сапропелем, рассчитывалась средняя его мощность и объем залежи. По исследованным качественным характеристикам определялся средний химический состав сапропеля под торфом. При определении типа сапропеля использовался стандарт [2].

При определении обеспеченности пашни извлекаемыми запасами сапропеля территория исследования разбивалась на равные квадраты, соответствовавшие разграфке листами топографических карт масштаба 1:50 000, в пределах которых определялись разведанные запасы сапропеля в озерах и выбывших из эксплуатации торфяных месторождениях, а также площадь пахотных угодий.

Районы сапропеленакопления, отличающиеся по структуре запасов указаны по [3].

Пересчет объемов сапропеля в весовые единицы при 60 % условной влажности проводился с учетом средней влажности породы и плотности по таблице 2.4 инструкции [4].

Результаты

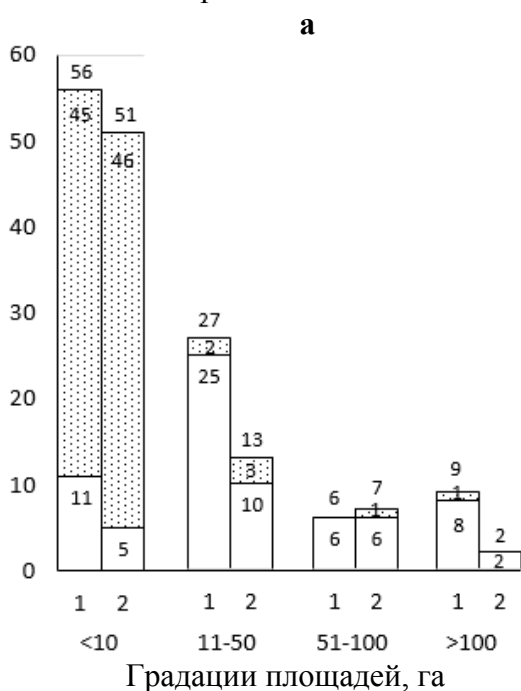
В западной части Полесья в границах Брестской области насчитывается 98 сапропелепродуктивных озер площадью от 1 до 2470 га (оз. Выгонощанское). Общая площадь озер составляет 8753,7 га или около 0,27 % всей территории области (таблица 1). Институтом природопользования НАН Беларуси и другими организациями в разные годы на сапропель исследовано 52 озера суммарной площадью 8542,1 га, что составляет 97,6 % площади всех озер области. Количественно в Брестской области преобладают очень малые озера площадью менее 10 га, которые, как правило, не исследованы на сапропель (рисунок 1 а).

Таблица 1 – Степень изученности ресурсов озерного сапропеля в Брестском (1) и Гомельском (2) Полесье

Степень и категория изученности озер на сапропель	Кол-во объектов		Общая площадь, га		Объем сапропеля, млн м ³		Запас сапропеля, млн т	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Детальная, А	13	6	469,0	390,1	35,9	6,6	11,1	1,9
Предварительная (поисково-оценочные работы), С2	38	18	7 298,1	4 880,0	60,5	82,0	13,3	21,9
Поиски (изучено БГУ), Р	1	–	775,0	–	19,4	–	4,3	–
Не изучено	46	49	211,6	213,0	–	–	–	–
ВСЕГО	98	73	8 753,7	5 483,1	115,8	98,7	28,7	23,8

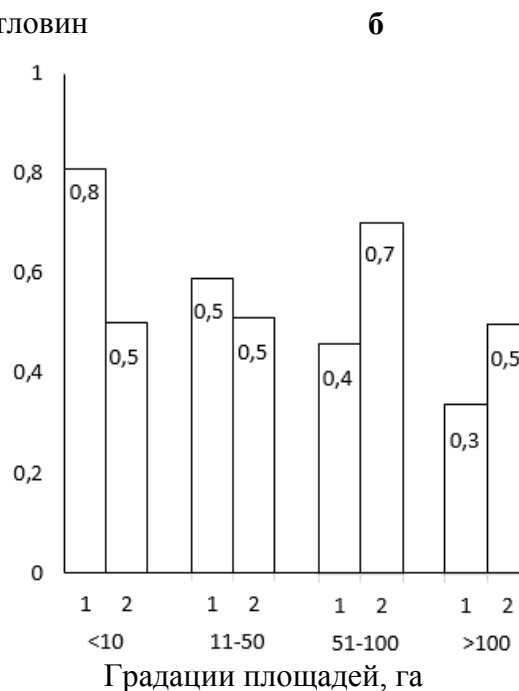
Степень объемного заиления котловин, рассчитанная по отношению объема сапропеля к суммарному объему воды и сапропеля исследованных озер Брестской области, закономерно увеличивается по мере уменьшения площади озер (рисунок 1 б) и в среднем равна 0,6.

Количество озёр



□ – изученные озёра

Заиленность котловин



▨ – неизученные озёра

Рисунок 1 – Распределение сапропелевых озёр западного (1) и восточного (2) Полесья по градациям площадей, изученности (а) и объёмной заиленности котловин (б)

В Гомельской области имеется 73 озера с сапропелем общей площадью 5483,1 га, что составляет около 0,14 % площади области. Самым крупным заиленным озером региона является Червоное площадью 4360 га. Геологоразведочные работы на сапропель проведены в 24 озерах площадью 5270,1 га, что составляет 96,1 % общей площади (табл. 1). Как и в Брестской области, на востоке Полесья количественно преобладают очень малые сапропелевые озера, среди которых поисково-оценочные работы проведены лишь на 10 %. Крупные и средние полесские озера отличаются хорошей степенью изученности.

Средняя степень объемного заиления котловин всех изученных озер гомельского Полесья составляет 0,57. В отличие от Брестской области во всех градациях площадей она составляет около 0,5, кроме озер площадью 51–100 га (70 %), в которых за счет отсутствия здесь глубоких водоемов термокарстового генезиса степень заполнения составляет 0,7.

Учитывая увеличенное количество и площадь озер с сапропелем в Брестском Полесье, его общий объем здесь составляет 115,8 млн м³, а запас 28,7 млн т в пересчете на 60 %-ную условную влажность. На востоке Полесья в Гомельской области цифры общих запасов сапропеля ниже и составляют в объемных величинах 98,7 млн м³, что эквивалентно запасу 23,8 млн т при условной 60 % влажности.

В Брестской области средние глубины воды и средние мощности сапропеля исследованных озер выше, чем в Гомельской и составляют соответственно 2,61 м и 3,78 м для западной части Полесья и 1,86 м и 2,58 м для восточной. Расчет заиленности по средним глубинам воды и мощности сапропеля исследованных озер составляет 0,6 для запада и 0,58 для востока Полесья, что мало отличается от расчетов по объемному заилению.

Разведанный сапропель озер Брестского Полесья характеризуется повышенным количеством детально разведанных месторождений – 13 против 6 в Гомельском Полесье. Учитывая увеличенную площадь залегания и мощности озерных осадков в Брестской области, объем запасов детально изученного озерного сапропеля составляет здесь 35,9 млн м³. В типологическом составе разведанного сапропеля преобладает органический сапропель – 49 % общего объема, 30 % приходится на кремнеземистый и 21 % – на смешанный и карбонатный (таблица 2).

В восточной части Полесья, ввиду пониженных средних мощностей и площади залегания озерного сапропеля его запасы, особенно разведанные детально, заметно уступают западной части исследованного региона и составляют 6,6 млн м³. Здесь абсолютно преобладает кремнеземистый тип сапропеля – 80 % общего объема, на органический и карбонатный вместе со смешанным приходится соответственно 15 и 5 % (таблица 2).

Таблица 2 – Типологический состав озерного сапропеля разведанных месторождений Полесья, млн м³

Тип сапропеля	Брестская область			Гомельская область		
	Детальная разведка	поисково-оценочные работы	сумма, (%)	Детальная разведка	поисково-оценочные работы	сумма, (%)
Органический	15,4	31,6	47,0 (49)	0,7	12,7	13,4 (15)
Кремнеземистый	6,1	22,8	28,9 (30)	4,2	66,9	71,1 (80)
Карбонатный+ смешанный	14,4	6,1	20,5 (21)	1,7	2,4	4,1 (5)
Всего	35,9	60,5	96,4 (100)	6,6	82,0	88,6 (100)

На территории Белорусского Полесья разведано более 1900 торфяных месторождений [5, 6], две третьих из которых распространены в восточной части. В западной части рассматриваемого региона, где преобладают крупные торфяные месторождения, общая площадь торфа составляет 681 тыс. га (20,8 % территории области), в восточной – 524 тыс. га или 13 % общей площади. В Брестской области сапропелем подстилается каждое третье торфяное болото, тогда как на востоке – каждое тринадцатое. Средние мощности торфа в западной и восточной частях Полесья мало отличаются и в среднем составляют 1 м, а средняя глубина торфоподстилающего сапропеля несколько ниже и в Брестской области равна 0,68 м, в Гомельской – 0,96 м (таблица 3).

Площадь залегания сапропеля под торфом на западе составляет 25,6 тыс. га, что почти в четыре раза больше, чем на торфяных месторождениях востока (6,6 тыс. га). С учетом площади распространения и средней мощности сапропеля под торфом его общий объем в Брестской области составляет 173,7 млн м³, в Гомельской – только 63,2 млн м³.

Таблица 3 – Общие запасы и типологический состав сапропеля торфяных месторождений Полесья

Торфяные месторождения	Количество	Торф			Сапропель					
		площадь, тыс. га	средн. глубина, м	общий-объем, млн м ³	площадь, тыс. га	средн. глубина, м	объем, млн м ³			
							общий	в т.ч. по типам		
орг.	кр.	кб.+смеш.								
Брестская область										
С сапропелем	150	298,4	1,1	3282,4	25,6	0,68	173,7	44,3	51,0	78,4
Общее количество	459	681,6	0,9	5974,6	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 3

Гомельская область										
С сапропелем	108	125,8	1,0	1257,0	6,6	0,96	63,2	16,7	31,6	14,9
Общее количество	1459	524,2	1,06	5561,8	–	–	–	–	–	–

В западной части Белорусского Полесья около половины запасов залегающего под торфом сапропеля представлено карбонатным и смешанным типами (табл. 3). Органический и кремнеземистый сапропель здесь занимает около половины объема запасов приблизительно в равном количестве. В восточном Полесье, наоборот, карбонатный и смешанный сапропель под торфом имеет наименьший объем (14,9 млн м³). Преобладает кремнеземистый (31,6 млн м³), а на втором месте находится органический (16,7 млн м³).

Соотношение типологического состава озерного сапропеля на востоке Полесья аналогично соотношению состава сапропеля под торфом: в озерах также преобладает кремнеземистый сапропель, далее по уменьшению объема запасов идет органический и карбонатный. В Брестской области в озерах абсолютно преобладает органический сапропель, затем идет кремнеземистый и карбонатный.

В Брестской области выделяется три сырьевых базы с высокой концентрацией извлекаемых запасов сапропеля (рисунок 2 а).

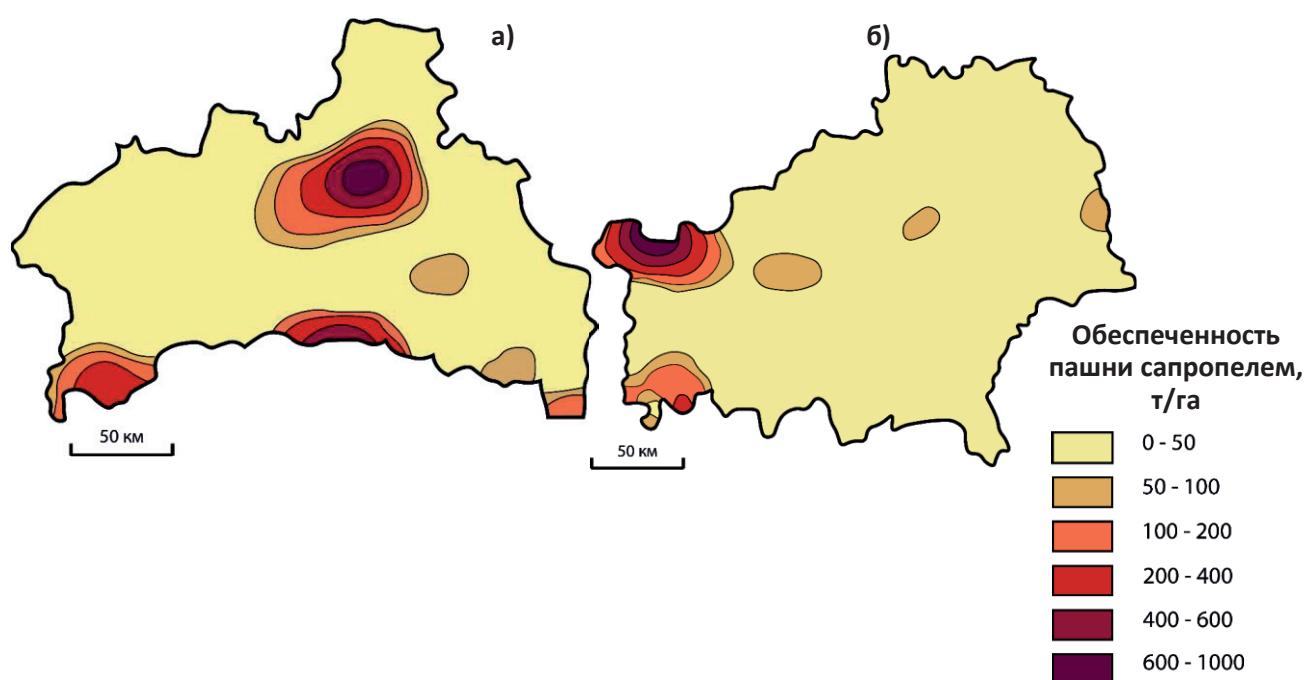


Рисунок 2 – Обеспеченность пашни западного (а) и восточного (б) Полесья извлекаемыми запасами сапропеля

В центре области расположена Ивацевичско-Ганцевичская сырьевая база, где концентрация доступного для разработки сапропеля достигает 600–1000 т на 1 га пашни. На юго-западе и юге Брестской области расположены соответственно Малоритская и Пинская сырьевые базы.

В Гомельском Полесье выделяется две сырьевых базы: Житковичская на северо-западе области, где извлекаемые запасы сапропеля размещены в озерах Червоное, Найда, Овинское и др., а также Лельчицкая в юго-западной части области, куда входят озерное месторождение Прибыловичи и торфяные с сапропелем Свидное и Милошевичи (рисунок 2 б).

Анализ карты месторождений сапропеля и районирования территории Беларуси по вещественно-генетическим типам озерного осадконакопления, при создании которой учитывались запасы и вещественный состав озерных и болотных сапропелей и которая ранее внесена в государственный реестр информационных ресурсов Республики Беларусь (свидетельство № 1381001118 от 02.11.2010), показывает что в Брестской области по площади преобладают территории с органо-силикатным типом озерного осадконакопления (7707 км², по запасам – ресурсы органического сапропеля, распространенные в районах с одноименным типом осадконакопления – 37,3 млн м³ (рисунок 3 а, рисунок 4).

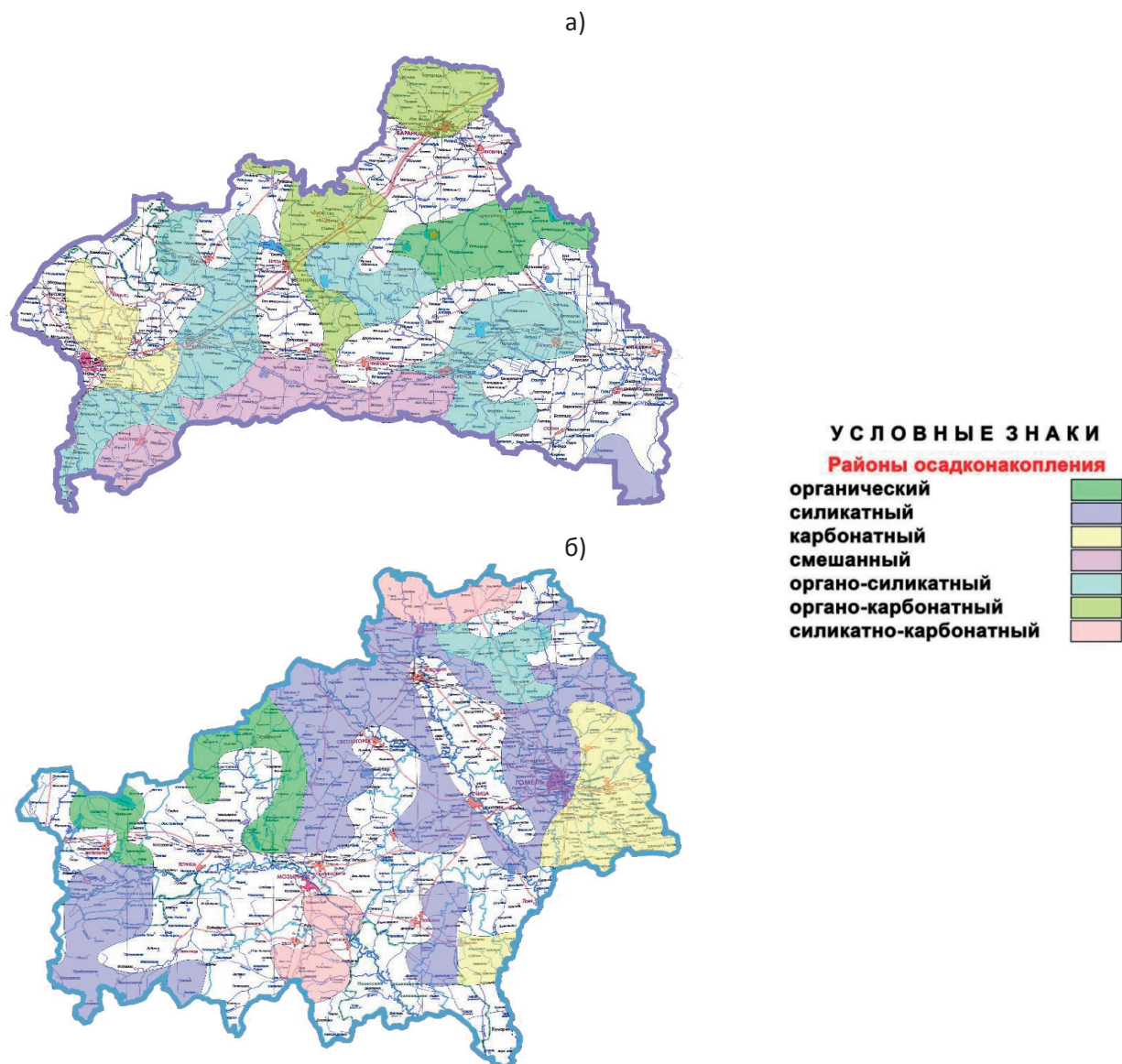


Рисунок 3 – Районирование территории восточного (а) и западного (б) Полесья по вещественно-генетическим типам озерного осадконакопления

В восточном Полесье по площади распространения и типу озерных осадков преобладает силикатный район осадконакопления – суммарная площадь района 11 413 га. Объем запасов кремнеземистого сапропеля 61,6 млн м³, в основном за счет предварительно оцененных запасов в озере Червоное (рисунок 3 б, рисунок 4).

Брестская область

Район осадконакопления	Площадь района, км ²	Объем запасов, млн м ³									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
1. Органический	1 989	37,3 1,9 2,8 42,0									
2. Органосиликатный	7 707	4,9 16,1 2,6 23,6									
3. Смешанный	57	3,3 6,0 4,0 13,3									
4. Органокарбонатный	1 537	1,5 5,3 8,0									
5. Карбонатный	2 305	5,8 5,8									
6. Силикатный	3 390	3,7 3,7									

Гомельская область

Район осадконакопления	Площадь района, км ²	Объём запасов, млн м ³						
		0	10	20	30	40	50	60
1. Силикатный	11 413	0,3 61,6 63,2						
2. Органический	2 373	10,3 3,6 13,9 1,3						
3. Органо-силикатный	1 085	2,8 4,2 7,0						
4. Силикатно-карбонатный	2 577	3,0 1,5						
5. Карбонатный	3 503							

Условные знаки:

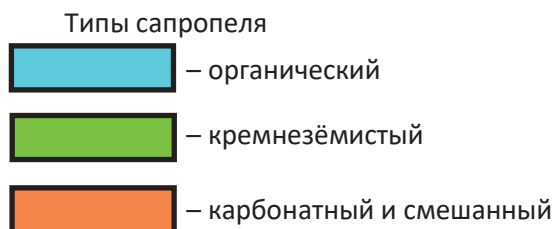


Рисунок 4 – Типологический состав и объём запасов сапропеля в различных районах озерного осадконакопления

Запасы озерного сапропеля и сапропеля под торфом Полесья давно разрабатываются и находят применение при выпуске разнообразной продукции. Так, в Пружанском районе Брестской области с 2018 г. разрабатывается торфяное месторождение, подстилаемое сапропелем Удховда (участок «Млынок-2»), выпускающий торфяно-сапропелевые органические удобрения, жидкие гуминовые препараты. Разрабатывается проект обоснования границ горного отвода и готовится к освоению озерное месторождение Олтушское в Малоритском районе с запасами сапропеля 6553 тыс. м³ или 1480 тыс. т в пересчете на условную 60 %-ную влажность.

В Гомельской области начиная с 1977 года разрабатывается крупное месторождение сапропеля в озере Червоное Житковичского района, выпускающее сапропелевые удобрения различного вида и компоненты для производства буровых растворов в г. Речица. Проектная производительность данного объекта составляет более 40 тыс. т. готовой продукции в год. В Лельчицком районе действует объект на озере Прибыловичи, сапропелевое сырье из которого используется для выпуска компонентов буровых растворов, сапропелевых удобрений, регулятора роста растений «SatoHum-K», жидкого гуминового препарата Тосагум и сапропелевых кормовых добавок для комбикормов на специально созданной технологической линии производительностью до 10 тыс. т. в год. В Рогачевском районе на озере Святое (д. Турск) заготавливаются сапропелевые пелоиды для использования в качестве лечебных грязей во многих лечебно-оздоровительных организациях республики.

Для разработки перспективных сапропелевых месторождений, на которых выполнены детальные изыскания, и они подготовлены для освоения: в Брестской области это 13 озерных и 7 торфяниковых, в Гомельской области соответственно 3 и 6. При детальной разведке новых месторождений следует обратить внимание на участки с органическим сапропелем, сильно заиленные озера и выбывшие из разработки площади торфяных месторождений.

Выводы

На основании собственных исследований озерных месторождений сапропеля и анализа фондовых материалов по ресурсам подстилающих торф сапропелевых залежей показано, что территория Белорусского Полесья характеризуется высокой изученностью данного вида полезных ископаемых: в Брестской области геологическими работами разной степени детальности изыскано 97,6 % площади накапливающих сапропель озер, в Гомельской – 96,1 %. В изученных 75 озерах разведанные запасы сапропеля составляют более 214 млн м³.

Выявлено более 250 торфяных месторождений с общими запасами сапропеля 236,9 млн м³. Около половины запасов сапропеля находится на выбывших из эксплуатации участках; они могут с минимальными затратами быть введены в число действующих. Показано, что природные факторы способствуют неоднородности залежей сапропеля. В западном Полесье в составе запасов велика доля органического сапропеля, в восточном – преобладает среднезольный и высокозольный сапропель. На территории Белорусского Полесья действует 5 объектов по добыче сапропеля; регион имеет хорошие перспективы освоения новой сырьевой базы сапропелевого сырья.

Список использованных источников

1. Озерный седиментогенез в голоцене Беларуси: геохимические и биологические аспекты / А.Л. Жуховицкая [и др.]. – Минск : ООО «Диксэнд», 1998. – 280 с.
2. СТБ 17.04.02–01–2010. Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Сапропель. Промышленно-генетическая классификация. – Минск : Госстандарт, 2011.
3. Курзо, Б.В. Районирование территории Беларуси по вещественно-генетическим типам озерного осадконакопления / Б.В. Курзо, О.М. Гайдукевич, И.В. Кляуззе // Природопользование. – 2011. – Вып. 19. – С. 61–68.
4. Инструкция по разведке озерных месторождений сапропеля РСФСР. – М., 1988. – 95 с.
5. Торфяной фонд Белорусской ССР. Брестская область: кадастровый справочник. – Минск, 1979. – 111 с.
6. Торфяной фонд Белорусской ССР. Гомельская область: кадастровый справочник (в двух частях). – Минск, 1979. – 324 с.

FEATURES OF FORMATION AND USE OF THE SAPROPEL RESOURCES IN THE WESTERN AND EASTERN PARTS OF BELORUSSKY POLESIE**B.V. KURZO, A.Y. TATKOV, O.M. GAIDUKEVICH**

The analysis of sapropel resources on the territory of Belarusian Polissya, which are common in lakes and under peat, has been carried out. The features of the formation of the qualitative composition of sapropel, due to external and internal natural factors, are revealed. The operating facilities for the procurement of sapropel raw materials are presented and the prospects for the development of new deposits are shown.

УДК 631.412

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ОГОРОДНЫХ УЧАСТКОВ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ПИНСКА И БЕРЕЗЫ)

Н.В. Михальчук, Е.А. Брыль, А.Н. Ажгиревич, П.В. Качанович, М.М. Дашкевич, С.Н. Михальчук

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Приоритетными элементами-загрязнителями огородных почв жилой усадебной застройки гг. Пинск и Береза являются цинк (усредненное содержание 150,3 мг/кг и 56,67 мг/кг соответственно), свинец (24,54 мг/кг и 11,78 мг/кг) и медь (30,25 мг/кг и 8,52 мг/кг). При этом контрастность аномалий в г. Пинске в сравнении с почвами г. Береза выше в 3,6 раза для меди, в 2,7 раза для цинка и в 2,1 раза для свинца. Выбросы автотранспорта, а также компосты, приготовленные в городских условиях из местной органики, являются основными источниками поступления металлов в огородные почвы.

Ключевые слова: тяжелые металлы, огородные почвы

Введение

Интенсивный процесс урбанизации обусловил целый ряд экологических проблем, связанных с ухудшением качества городской среды. Серьезной экологической проблемой городов является загрязнение их почвенного покрова тяжелыми металлами (ТМ). Выбросы промышленных предприятий и транспорта, отходы производства и потребления, сточные воды, утечки и рассеяние промышленных химикатов – это перечень основных техногенных потоков загрязняющих веществ, включая и ТМ, в городской среде [1]. В случае ведения сельского хозяйства в пределах городских территорий к этому перечню добавляются агрохимикаты и компосты из местных компонентов.

Овощная, плодовая и ягодная продукция на огородных почвах жилой усадебной застройки (ЖУЗ) городов выращивается, как правило, для личного потребления, используется в течение многих лет, поэтому вероятность постепенного накопления ТМ в организме местных жителей представляется весьма высокой [2]. Кроме того, длительная химическая нагрузка даже малой интенсивности является одним из факторов риска для здоровья, что может привести к снижению резистентности организма, увеличению частоты и развитию различных патологий, в т. ч. онкологических [3].

Сведения об особенностях накопления ТМ в огородных почвах ЖУЗ промышленных городов Беларуси являются весьма ограниченными, что обусловило актуальность проведенных исследований.

Методика и объекты исследования

Нами изучались элементы, которые всегда включаются в группу ТМ: цинк (Zn), медь (Cu), марганец (Mn), свинец (Pb), кадмий (Cd), никель (Ni), кобальт (Co), хром (Cr); в необходимых случаях определялись также железо (Fe), молибден (Mo), титан (Ti). Часть из них – Zn, Cu, Mn, Co, Mo, Ni – относятся к числу биологически значимых (эссенциальных) элементов.

Учитывая, что большинство техногенных выбросов в городской среде накапливается в поверхностных слоях почв, их образцы отбирали из пахотного слоя (огородные почвы ЖУЗ) или горизонта А1 (не возделываемые условно целинные почвы) до глубины 10 см в пяти местах (методом конверта) и составляли смешанный образец. В первоочередном порядке обследовались огородные участки, локализованные в зонах сопряжения неблагоприятных факторов: расположение вблизи крупных промышленных предприятий (по розе господствующих ветров) и в непосредственной близости от автодорог с интенсивным движением, размещение в историческом центре города, в местах сочленения (пересечения) автомобильной и железной дорог, у остановок автомобильного транспорта, вблизи регулируемых перекрестков. Для проведения корректного анализа содержания ТМ в почвах урбандошафтов отобраны аналогичные образцы с огородных участков условно фоновых территорий. Степень накопления ТМ в почве по сравнению с геохимическим фоном оценивали по значениям коэффициента концентрации или аномальности (Кс). Данный параметр отражает степень выраженности техногенной геохимической аномалии и рассчитывается как отношение содержания элемента в анализируемом образце к его фоновой концентрации [4, 5]. При расчетах данного коэффициента использовали следующие значения концентрации ТМ в дерново-подзолистых песчаных почвах юго-запада Беларуси (субрегиональный фон), мг/кг: Pb – 5,39; Cd – 0,09; Cu – 1,29; Zn – 7,43; Mn – 109,6; Ni – 0,66; Co – 0,45; Cr – 1,85. Кроме того, в необходимых случаях проводили оценку, базируясь на показателях геохимического фона для огородных почв сельских территорий субрегиона: Pb – 7,10; Cd – 0,13; Cu – 5,34; Zn – 28,04; Mn – 121,71; Ni – 2,80; Co – 1,73; Cr – 2,46.

Аналитические исследования почв проводили в условиях аккредитованных лабораторий Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси. Пробы почв анализировали на содержание ТМ методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS с пламенным атомизатором.

Результаты исследований и их обсуждение

Основными источниками загрязнения почв и выращиваемой на них огородной продукции ТМ в условиях ЖУЗ гг. Пинск и Береза являются эмиссии от автомобильного и железнодорожного транспорта, промышленные выбросы, а также компосты из местной подручной органики и средства химизации сельского хозяйства. ТМ антропогенного происхождения попадают в почву преимущественно из воздуха в виде твердых или жидких осадков.

Оценка валового содержания ТМ в огородных почвах ЖУЗ городов Пинска и Березы выявила, что к числу приоритетных элементов-загрязнителей относятся цинк, медь и свинец. При этом константное превышение уровней ПДК, минимальных пороговых значений для песчаных и супесчаных почв и максимальные концентрации среди сравниваемых металлов характерны для цинка (1-й класс опасности).

Наибольшее содержание элемента обнаружено в огородной почве г. Пинска по ул. Полтавской, 19, где оно достигает 267,5 мг/кг или 4,9 ПДК, которая для валового цинка составляет 55 мг/кг. Субрегиональный фон элемента превышен в 36,0 раз, геохимический фон для огородных почв – в 9,5 раза. Высокие уровни содержания металла отмечаются также в почвах следующих усадеб: ул. Затишная, 10 – 232,8 мг/кг (4,2 ПДК), ул. Черняховского, 67/2 – 147,3 мг/кг (2,7 ПДК) (таблица). Примечательно, что столь высокие концентрации элемента свойственны почвам участков, расположенных как вблизи автомобильных дорог с интенсивным движением транспорта (сочленение ул. Полтавской с весьма оживленной ул. Брестской), так и на отдалении от них (ул. Затишная, 10). В последнем случае цинковое загрязнение почв обусловлено, на наш взгляд, а также согласно [6], активным применением в качестве удобрения торфобрикетной и древесной золы; высокие концентрации элемента (около 160 мг/кг) фиксируются и в местном компосте. Средневзвешенное содержание цинка в огородных почвах ЖУЗ г. Пинска составляет 150,3 мг/кг; оно практически совпадает с усредненной концентрацией элемента в компостах – 150,1 мг/кг. В сравнении с огородными почвами г. Березы, где среднее содержание цинка незначительно превышает уровень ПДК и составляет 56,67 мг/кг, цинковое загрязнение аналогичных почв г. Пинска в 2,7 раза более высокое. Максимальная концентрация цинка среди 6-и исследованных почв г. Береза отмечена на участке по ул. Свердлова, 67 – 107,62 мг/кг (2,0 ПДК). Она, на наш взгляд, преимущественно обусловлена влиянием выбросов автотранспорта: усадьба расположена на пересечении оживленных улиц Свердлова и Любарского напротив остановки общественного транспорта. Этот вывод подтверждается и тем, что в 2-х остальных случаях, где наблюдаются превышения ПДК элемента, усадьбы расположены рядом с высоко загруженными автодорогами (ул. Свердлова, 91 – 73,82 мг/кг (1,3 ПДК) и ул. Ленина, 47 – 64,41 мг/кг (1,2 ПДК)). Три остальные почвы характеризуются умеренным содержанием элемента, которое изменяется от 28,50 мг/кг до 35,09 мг/кг.

Среди элементов 1-го класса опасности вторым по санитарно-гигиенической значимости с точки зрения экологического состояния огородных почв является свинец. Его поступление в окружающую среду характеризуемых городов также по преимуществу обусловлено автотранспортными эмиссиями. Этот вывод подтверждается особенностями расположения участков с максимальными уровнями накопления в почвах свинца – в г. Пинске оба они (ул. Полтавская, 19 и ул. Черняховского, 67/2) находятся в зоне повышенного воздействия выбросов автотранспорта. В первом случае содержание свинца достигает 47,43 мг/кг (1,5 ПДК) и в 8,8 раза превышает субрегиональный фон (5,39 мг/кг) и в 6,7 раза – геохимический фон для огородных почв (7,10 мг/кг). Превышенным оказалось и минимальное пороговое значение свинца – 44,4 мг/кг.

Содержание металла в почве огорода на ул. Черняховской, 67/2 составило около 37 мг/кг (1,2 ПДК), в 6,9 раза превысив субрегиональный показатель и в 5,2 раза – фоновый уровень для огородных почв. Сопоставимое загрязнение характерно и удобрительному компосту, применяемому на данном огороде – 35,59 мг/кг. В остальных 4-х почвах огородов г. Пинск уровень содержания свинца не превышает показателя ПДК и колеблется от значения 9,81 мг/кг (ул. Школьная, 6) до 24,24 мг/кг (ул. Затишная, 10). Усредненное содержание элемента в огородных почвах г. Пинска составило 24,54 мг/кг; в компостах оно оказалось несколько ниже – около 20 мг/кг. Среднее содержание свинца в почвах огородов г. Березы в 2,1 раза меньше – 11,78 мг/кг. Наиболее высокое накопление металла выявлено в почвах усадьбы по ул. Свердлова, 67 – 21,35 мг/кг или 0,7 ПДК. Как и в ситуации с цинковым загрязнением данной почвы (оно максимально в ряду исследованных почв г. Березы) основным фактором накопления свинца являются эмиссии автотранспорта. Этот вывод справедлив и в отношении огородной почвы по ул. Ленина, 47, где содержание элемента составило 17,38 мг/кг (0,5 ПДК). Остальные исследованные в г. Береза почвы содержат свинец в концентрациях от 7,02 мг/кг до 10,08 мг/кг, что примерно соответствует геохимическому фону или несколько превышает его. Ни в одной из огородных почв г. Березы накопление свинца не превысило минимальное пороговое значение.

Для двух почв г. Пинска, отличающихся повышенным накоплением цинка и свинца, характерно и более высокое содержание кадмия – еще одного элемента 1-го класса опасности. Максимальное его содержание в наиболее загрязненной по большинству рассматриваемых показателей огородной почве по ул. Полтавской, 19 составляет 0,29 мг/кг или 0,6 ПДК и 3,2 субрегионального фона. В почве по ул. Затишной, 10 концентрация кадмия находится на уровне 0,5 ПДК (0,24 мг/кг); в остальных случаях она изменяется от 0,01 мг/кг до 0,12 мг/кг при усредненном содержании 0,12 мг/кг в почвах и 0,13 мг/кг в компостах. Еще более низкое содержание кадмия свойственно почвам г. Березы: элемент или не фиксируется используемыми аналитическими методами, или находится в интервале значений 0,07 – 0,14 мг/кг, что близко к показателям субрегионального фона.

Таблица – Содержание ТМ и микроэлементов в огородных почвах (1) и компостах (2) гг. Пинск, Береза (2021 г.)

Индекс образца	Тип образца	Адрес усадьбы	г. Пинск											г. Береза													
			Pb	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Zn	Mn	Ni	Mo	Ti	Pb	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Zn	Mn	Ni	Mo	Ti			
343	1	ул. Сосновая, 14	10,60	0,01	2,33	13,16	11,55	5472,67	87,27	184,91	5,27	0,37	131,86	7,02	0,00	2,80	11,71	5,11	5812,40	30,57	234,70	5,23	0,23	174,20			
357	2		9,70	0,01	1,59	10,01	11,09	4562,64	144,22	131,58	4,16	0,36	79,69	7,33	0,00	2,79	14,99	4,69	7302,20	28,50	151,40	5,93	0,14	143,50			
372	1	ул. Школьная, 16	9,81	0,04	1,34	9,09	11,78	3498,09	97,02	260,61	3,69	0,37	114,33	10,08	0,00	1,68	10,47	6,97	4902,60	73,82	185,00	4,17	0,28	139,00			
373	2		10,78	0,01	1,34	11,73	10,23	3455,32	123,24	275,21	3,47	0,22	120,93	21,35	0,14	2,30	14,50	13,90	6497,10	107,62	305,40	4,92	0,20	182,00			
385	1	ул. Черняховского, 67/2	36,92	0,12	2,88	17,53	43,65	8258,06	147,30	232,64	7,14	0,37	185,89	17,38	0,08	1,78	9,35	14,45	5319,40	64,41	213,40	3,42	0,33	147,00			
386	2		35,59	0,25	2,41	15,21	40,35	6704,19	174,59	204,71	6,77	0,86	114,74	7,50	0,07	1,57	9,06	6,00	5494,30	35,09	104,50	3,23	0,24	130,00			
396	1	ул. Затишная, 10	24,24	0,24	2,50	20,17	55,28	7263,91	232,82	265,46	9,92	0,41	175,13	5,39	0,09	0,45	1,88	1,29	-	7,43	109,6	0,66	-	-			
397	2		23,43	0,23	2,65	19,82	36,71	6877,89	158,41	254,38	8,05	0,42	120,52	7,10	0,13	1,73	2,46	5,34	-	28,04	121,71	2,80	-	-			
406	1	ул. Гаевая, 11	18,24	0,04	1,39	9,45	12,98	4385,67	70,09	132,62	4,48	0,07	104,96	44,40	0,97	24,10	51,10	35,30	-	99,60	1150	23,10	8,51	3740			
421	1	ул. Полтавская, 19	47,43	0,29	2,88	27,09	46,27	6723,97	267,46	437,32	10,52	0,20	126,59	32,00	0,50	8	100	33,00	-	55,00	1500	20	-	-			
221	1	ул. Юности, 13	7,02	0,00	2,80	11,71	5,11	5812,40	30,57	234,70	5,23	0,23	174,20	230	1	ул. Промышленная, 12	7,33	0,00	2,79	14,99	4,69	7302,20	28,50	151,40	5,93	0,14	143,50
243	1	ул. Свердлова, 91	10,08	0,00	1,68	10,47	6,97	4902,60	73,82	185,00	4,17	0,28	139,00	244	1	ул. Свердлова, 67	21,35	0,14	2,30	14,50	13,90	6497,10	107,62	305,40	4,92	0,20	182,00
253	1	ул. Ленина, 47	17,38	0,08	1,78	9,35	14,45	5319,40	64,41	213,40	3,42	0,33	147,00	263	1	ул. Кречет, 8	7,50	0,07	1,57	9,06	6,00	5494,30	35,09	104,50	3,23	0,24	130,00
263	1	ул. Кречет, 8	7,50	0,07	1,57	9,06	6,00	5494,30	35,09	104,50	3,23	0,24	130,00	Субрегиональный фон			5,39	0,09	0,45	1,88	1,29	-	7,43	109,6	0,66	-	-
Фон для огородных почв			7,10	0,13	1,73	2,46	5,34	-	28,04	121,71	2,80	-	-	Фон для огородных почв			7,10	0,13	1,73	2,46	5,34	-	28,04	121,71	2,80	-	-
МПЗ* для песчаных почв			44,40	0,97	24,10	51,10	35,30	-	99,60	1150	23,10	8,51	3740	МПЗ* для песчаных почв			44,40	0,97	24,10	51,10	35,30	-	99,60	1150	23,10	8,51	3740
ПДК/ОДК			32,00	0,50	8	100	33,00	-	55,00	1500	20	-	-	ПДК/ОДК			32,00	0,50	8	100	33,00	-	55,00	1500	20	-	-

Примечание: * - минимальное пороговое значение

Медь, как и цинк, относится к числу биологически значимых микроэлементов, однако с превышением порогового уровня содержания может оказывать токсическое действие на живые организмы (2-й класс опасности). В большинстве огородных почв г. Березы элемент находится в концентрациях, близких к оптимальным для роста и развития традиционно возделываемых культур, и составляет от 4,69 мг/кг до 6,97 мг/кг при фоновом значении для огородных почв 5,34 мг/кг. Эти значения в 3,6–5,4 раза превышают субрегиональный фоновый уровень металла (1,29 мг/кг), который отражает дефицит элемента в песчаных почвах юго-запада Беларуси. Лишь в двух огородных почвах – ул. Свердлова, 67 и ул. Ленина, 47 – содержание элемента находится на верхнем пределе оптимума и достигает 13,9 мг/кг и 14,45 мг/кг соответственно.

Геохимия меди в огородных почвах г. Пинска существенно отличается от таковой в г. Береза. Половина исследованных почв характеризуется 1,3–1,7-кратным превышением ПДК (33 мг/кг) и 1,2–1,6-кратным превышением минимального порогового значения (35,3 мг/кг). Наибольшее из зафиксированных значений установлено на участке по ул. Затишной, 10–55,28 мг/кг. Весьма высоким накоплением элемента отличаются почвы в историческом центре г. Пинска: ул. Полтавская, 19–46,27 мг/кг (1,4 ПДК) и ул. Черняховского, 67/2–43,65 мг/кг (1,3 ПДК). Предположительно это связано с длительным и достаточно интенсивным (по рассказам жильцов) применением медьсодержащих препаратов (в особенности – на основе медного купороса) для защиты урожая от вредителей и болезней.

Содержание валовых форм меди на остальных участках изменяется в достаточно узких пределах: от 11,55 мг/кг по ул. Сосновой, 14 до 12,98 мг/кг по ул. Гаевой, 11.

Обращает на себя внимание довольно высокое (в сравнении с фоновыми территориями) содержание в огородных почвах г. Пинска хрома. Так, концентрация элемента в почве по ул. Полтавской, 19 составляет 27,09 мг/кг и превышает субрегиональный фон в 14,4 раза, фон для огородных почв – в 11,0 раз; на усадьбе по ул. Затишной, 10–20,17 мг/кг, что соответственно в 10,7 раза и в 8,2 раза выше фоновых значений. Показатели содержания элемента в почвах огородов г. Береза не превышают значения 15,0 мг/кг и, как правило, находятся в области значений около 10 мг/кг.

Уровни накопления остальных исследуемых элементов в огородных почвах как г. Пинска, так и г. Береза не вызывают опасений.

Для огородных почв г. Пинска геохимический ряд элементов, рассчитанный к субрегиональному фону, имеет следующий вид: Cu (23,5) > Zn (20,2) > Ni (10,4) > Cr (8,6) > Co (4,9) > Pb (4,6) > Mn (2,3) > Cd (1,3). Геохимический ряд, приведенный к значениям для фоновых огородных почв, несколько иной: Cr (6,5) > Cu (5,7) > Zn (5,4) > Pb (3,5) > Ni (2,4) > Mn (2,1) > Co (1,3) > Cd (0,9), т.е. в отношении всех элементов геохимические аномалии являются менее выраженными.

Геохимический ряд элементов, рассчитанный к субрегиональному фону, для огородных почв г. Березы следующий: Zn (7,6) > Ni (6,8) > Cu (6,6) > Cr (6,2) > Co (4,8) > Pb (2,2) > Mn (1,8) > Cd (0,6).

Таким образом, в городской среде основное влияние на состав и распределение загрязнителей, включая ТМ, оказывают специализация промышленных и энергетических предприятий, интенсивность движения автомобильного транспорта, особенности функциональных зон города. Наиболее существенный вклад в загрязнение ТМ почв городов Пинск и Береза вносят выхлопы, продукты трения и эрозии частей автотранспорта; эмиссии промышленных предприятий и объектов энергетики имеют подчиненное значение. Кроме того, в огородные почвы ЖУЗ значительные количества ТМ, особенно цинка, поступают с компостами, приготовленными на основе местных растительных и бытовых отходов. К числу приоритетных элементов-загрязнителей огородных почв гг. Пинск и Береза относятся цинк (усредненное содержание 150,3 мг/кг и 56,67 мг/кг соответственно), свинец (24,54 мг/кг и 11,78 мг/кг) и медь (30,25 мг/кг и 8,52 мг/кг). Для огородных почв г. Пинска геохимический ряд элементов, рассчитанный к субрегиональному фону, имеет следующий вид: Cu (23,5) > Zn (20,2) > Ni (10,4) > Cr (8,6) > Co (4,9) > Pb (4,6) > Mn (2,3) > Cd (1,3); для огородных почв г. Березы – Zn (7,6) > Ni (6,8) > Cu (6,6) > Cr (6,2) > Co (4,8) > Pb (2,2) > Mn (1,8) > Cd (0,6). Следовательно, огородным почвам ЖУЗ г. Пинска и г. Береза свойственны выраженные геохимические аномалии ТМ, наиболее контрастные из которых характерны цинку, меди, никелю, свинцу и хрому. При этом контрастность аномалий в г. Пинске в сравнении с почвами г. Береза выше в 3,5 раза для меди, в 2,7 раза для цинка и в 2,1 раза для свинца.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ Х21-095 «Геохимия почв и особенности накопления тяжелых металлов в растениеводческой продукции огородных участков некоторых промышленных городов Брестской области», № ГР 20212986.

Список использованных источников

1. Городская среда: геоэкологические аспекты : монография / В.С. Хомич [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 301 с.
2. Ильин, В.Б. Мониторинг тяжелых металлов применительно к крупным промышленным городам / В.Б. Ильин // Агрохимия. – 1997. – № 4. – С. 81–86.

3. Литвинов, Н.Н. Влияние химических нагрузок малой интенсивности на гомеостаз и вопросы профилактики / Н.Н. Литвинов // Вопросы питания. – 2004. – № 2. – С. 37–39.
4. Петухова, Н.Н. Оценка загрязнений почв Республики Беларусь тяжелыми металлами / Н.Н. Петухова // Природные ресурсы. – 1996. – №1. – С. 20–23.
5. Добровольский, В.В. Ландшафтно-геохимические критерии оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами / В.В. Добровольский // Почвоведение. – 1999. – № 5. – С. 639–645.
6. Хомич, В.С. Цинк в почвах городов Белоруссии / В.С. Хомич, Т.И. Кухарчик, С.В. Какарека // Почвоведение. – 2004. – № 4. – С. 430–440.

CONTENT OF HEAVY METALS AND MICROELEMENTS IN GARDEN SOILS OF SOME INDUSTRIAL CITIES OF BREST REGION (ON EXAMPLE OF PINSK AND BEREZA)

M.V. MIKHALCHUK, A.A. BRYL, A.M. ASHGIREVICH, P.U. KACHANOVICH, M.M. DASHKEVICH, S.M. MIKHALCHUK

Priority contaminants of garden soils of residential buildings of Pinsk and Bereza cities are zinc (average content of 150.3 mg/kg and 56.67 mg/kg, respectively), lead (24.54 mg/kg and 11.78 mg/kg) and copper (30.25 mg/kg and 8.52 mg/kg). At the same time, the contrast of anomalies in Pinsk in comparison with the soils of Bereza is 3.6 times higher for copper, 2.7 times for zinc and 2.1 times for lead. Emissions of vehicles, as well as composts prepared in urban conditions from local organic matter, are the main sources of metal ingress into garden soils.

УДК 504.054

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МАКРОМИЦЕТАМИ В УСЛОВИЯХ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ (ОКРЕСТНОСТИ ПОС. ЗЕЛЕНЬ БОР ИВАЦЕВИЧСКОГО РАЙОНА)

Н.В. Михальчук, Е.А. Брыль, М.М. Дашкевич

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Установлено, что грибы на расстоянии как минимум до 100 м от территории промплощадки складирования отходов золы свинцовой как в северо-восточном, так и в юго-восточном направлениях накапливают тяжелые металлы в количествах, существенно превышающих фоновые уровни, что в настоящее время исключает возможность заготовки грибной продукции в данной локации.

Ключевые слова: тяжелые металлы, свинецсодержащие отходы, дикорастущие съедобные грибы

Введение

Среди живых организмов, населяющих природные экосистемы суши, способностью активной биоабсорбции тяжелых металлов (ТМ) обладают базидиальные макромицеты. Экологическая уникальность грибов заключена в способности разложения органических веществ, что делает их одним из важнейших компонентов лесных биогеоценозов [1]. Многие виды используются в качестве биоиндикаторов для оценки состояния лесных экосистем и оказываемого на них антропогенного воздействия, определения природоохранной значимости леса [2]. Грибам отводится особый экогоризонт в лесных экосистемах и роль посредников между живым и косным веществами биосферы. Без их изучения невозможна комплексная оценка роли микобиоты в миграции элементов-загрязнителей в биогеохимических циклах, по звеньям пищевой цепи и вероятности вторичного загрязнения прилегающих территорий [3, 4]. По данным [5–8], грибы обладают избирательной способностью к накоплению ТМ. Самая высокая степень накопления грибами характерна для ртути, кадмия, меди, цинка и селена. Биологическим накоплением кадмия отличаются подберезовик и зонтик, а меди – груздь и дождевик. Особой способностью к накоплению кобальта и цинка выделяются опята, хрома – сыроежки. Наиболее высокие концентрации ТМ обнаруживаются в шампиньонах, белых грибах, груздях. В зависимости от местонахождения содержание ТМ в грибах сильно варьирует. Однако прослеживается четкая закономерность: в зонах загрязнения содержание ТМ в грибах почти всегда намного выше, чем в зонах, удаленных от источников выбросов [5]. При этом существенную опасность представляет отсутствие каких-либо визуальных признаков поражения грибов при опасных для человека и животных содержаниях химических поллютантов.

Для Республики Беларусь, как развивающегося индустриального государства, характерна ориентация на наращивание темпов роста и объемов производства в промышленности и сельском хозяйстве, что закономерно приводит к возрастанию техногенной нагрузки на окружающую среду, включая риски ее загрязнения химическими веществами, в т. ч. и ТМ. Несмотря на ужесточение контроля государства за соблюдением законодательства об охране окружающей среды и усилия, предпринимаемые природоохранными органами, вероятность как перманентного загрязнения ТМ обширных территорий, так и локальных экологических инцидентов остается высокой. Так, одним из наиболее существенных экологических инцидентов последних лет на территории Брестской области является химическое загрязнение территории в районе поселка Зеленый Бор (Ивацевичский район) в ареале несанкционированного складирования золы свинцовой – одного из свинецсодержащих отходов, образующихся на ООО «Белинвестторг-Сплав» (г. Белоозерск) при рециклинге отработанных аккумуляторных батарей и производстве марочного свинца и сплавов (порядка 10 тыс. тонн в год). Предположительно в 2015 г. (факт нарушения природоохранного законодательства был выявлен в 2016 г.) было осуществлено несанкционированное складирование и хранение отходов производства ООО «Белинвестторг-Сплав» на промплощадке бывшего АБЗ «Нехачево» ОАО «ДСТ № 4 г. Брест» вблизи пос. Зеленый Бор Ивацевичского района (около 600 метров от окраины поселка в северо-восточном направлении). Объем складированных отходов ориентировочно оценивался в 8-10 тыс. т. За время хранения отходов (около 3-х лет) произошло существенное загрязнение ТМ как почвогрунтов самой промплощадки, так и почв и растительности лесопокрытой территории, прилегающей к площадке хранения отходов. Учитывая, что дикорастущие съедобные грибы относятся к числу продуктов побочного лесопользования, имеющих в Беларуси широкое использование, проблема оценки качества дикорастущей грибной продукции, особенно на техногенно трансформированных территориях, в настоящее время весьма актуальна. С этой целью в рамках комплексного изучения особенностей накопления элементов-загрязнителей в основных компонентах биоты рассматриваемой территории исследованы уровни накопления ТМ высшими грибами.

Объекты и методы проведения исследований

В процессе исследований основное внимание было уделено изучению загрязнения местности ТМ в северо-восточном, юго-восточном и южном направлениях, поскольку пыль с поверхности складированных насыпью отходов на площадке хранения преимущественно сносилась ветром в этих направлениях по розе ветров. Открытая территория

промплощадки и размещение свыше 90 % объема отходов на ее восточной окраине обусловили специфику загрязнения прилегающей лесной территории. Пылевые микрочастицы осаждались на компонентах лесных биогеоценозов, формируя соответствующие ореолы загрязнения, наиболее выраженные в 80–100-метровой полосе. Для оценки накопления ТМ грибами были отобраны плодовые тела на расстоянии от 30 до 160 м от источника загрязнения в восточном, юго-восточном направлении, а также на расстоянии 70 м на север, северо-запад.

Отбор образцов и их пробоподготовка осуществлялась по [9, 10]. Образцы грибов анализировали на содержание ТМ методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS с пламенным атомизатором в лаборатории биогеохимии Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси по ГОСТ 30178-96 (Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов).

Фоновые значения содержания ТМ в грибах получены для территорий, максимально удаленных от возможных источников загрязнения, на основе авторских данных и сведений из литературных источников [3, 4, 6–8]. Ранжированный ряд элементов для фоновых территорий выглядит следующим образом: Zn 105,21 > Cu 33,68 > Fe 33,38 > Mn 16,28 > Cd 0,65 > Pb 0,51 > Co 0,12 > Ni > 0,08 > Cr 0,03, что согласуется с физиологическим значением этих элементов.

Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2013 и Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение

В исследуемой локации обнаружено 14 видов грибов. Из них 13 наиболее распространенных и часто используемых местным населением для пищевых целей: веселка обыкновенная (*Phallus impudicus* L.), гриб-зонтик белый (*Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser), груздь черный (*Lactarius necator* (Bull.: Fr.) Pers.), груздь белый (*Lactarius necator* Bull.), масленок настоящий (*Suillus luteus* (L.) Gray), опенок летний (*Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer & A.H.Sm.), подосиновик красный (*Leccinum aurantiacum* (Bull.) Gray), польский гриб (*Xerocomus badius* (Fr.) E.-J.Gilbert), рыжик обыкновенный (*Lactarius deliciosus* (L.) Gray), сыроежка красная (*Russula rubra* (Lam.) Fr.), сыроежка светло-желтая (*Russula claroflava* Grove.), свинушка тонкая (*Paxillus involutus* (Batsch) Fr.), шампиньон кривой *Agaricus abruptibulbus* Peck., а также применяемый в народной медицине и декоративно-прикладном искусстве трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.) Fr.). По типу питания исследуемые виды грибов относятся к группе микоризообразователей, только гриб-зонтик пестрый и трутовик настоящий относятся к сапротрофам [11].

Выявленные в ходе выполнения исследований уровни содержания ТМ и микроэлементов в сухом веществе плодовых тел дикорастущих грибов представлены в таблице.

Таблица – Содержание ТМ и микроэлементов в плодовых телах грибов геохимической аномалии «Зеленый Бор»

Направление и расстояние от торца площадки, м	Вид	Содержание элемента, мг/кг воздушно-сухого вещества								
		Pb	Cd	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Cr
Восток, юго-восток, 30	Масленок настоящий <i>Suillus luteus</i> (L.) Gray	7,06	3,04	24,53	69,20	56,61	7,11	0,17	0,03	0,21
	Опенок летний <i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Schaeff.) Singer & A.H.Sm.	0,78	7,17	22,80	61,68	56,87	11,05	0,07	0,01	0,07
	Подосиновик красный <i>Leccinum aurantiacum</i> (Bull.) Gray	1,04	0,12	25,20	54,52	28,20	3,91	0,15	0,03	0,20
	Польский гриб <i>Xerocomus badius</i> (Fr.) E.-J.Gilbert	1,15	4,48	22,65	113,92	47,51	5,93	0,41	0,21	0,10
	Свинушка тонкая <i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	3,90	0,52	11,04	29,43	52,69	4,49	0,28	0,22	0,30
	Сыроежка светло-желтая <i>Russula claroflava</i> Grove.	1,93	0,66	30,13	218,89	86,83	10,14	0,21	0,24	0,28
	Сыроежка красная <i>Russula rubra</i> (Lam.) Fr.	18,51	1,17	33,96	48,95	193,20	16,92	0,46	0,05	0,59
Трутовик настоящий <i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	0,98	0,68	2,12	82,20	57,25	2,00	2,46	0,18	4,12	

Продолжение таблицы

	Среднее значение	4,42	2,23	21,55	84,85	72,39	7,69	0,53	0,12	0,73
Восток, юго-восток, 100	Веселка обыкновенная <i>Phallus impudicus</i> L.	0,16	2,42	18,74	35,18	73,45	358,41	0,00	0,22	0,14
	Свинушка тонкая <i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	0,51	0,15	31,77	85,86	29,04	8,20	0,75	0,04	1,33
	Сыроежка светло-желтая <i>Russula claroflava</i> Grove.	1,12	0,52	23,05	198,51	50,68	15,97	0,07	0,10	0,04
	Трутовик настоящий <i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	0,18	0,12	1,01	58,45	17,00	8,34	0,20	0,11	0,17
	Среднее значение	0,49	0,80	18,64	94,5	42,54	97,73	0,25	0,12	0,42
Восток, юго-восток, 160	Польский гриб <i>Xerocomus badius</i> (Fr.) E.-J.Gilbert	0,14	2,01	29,51	112,56	35,00	8,01	0,39	0,08	0,14
	Рыжик обыкновенный <i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	0,34	0,13	10,79	112,44	41,16	6,03	0,36	0,02	0,13
	Свинушка тонкая <i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	0,26	0,10	34,94	135,77	37,93	4,59	0,16	0,02	0,15
	Сыроежка светло-желтая <i>Russula claroflava</i> Grove.	0,99	1,66	34,77	104,77	21,42	14,22	0,24	0,09	0,21
	Среднее значение	0,43	0,97	27,5	116,39	33,88	8,21	0,29	0,05	0,16
Север, северо-запад, 70	Груздь белый <i>Lactarius resimus</i> (Fr.) Fr.	3,06	1,17	9,59	48,39	51,20	3,86	0	0,08	0,51
	Груздь черный <i>Lactarius necator</i> Bull.	0,52	0,27	24,39	90,55	27,85	5,28	0	0,10	0,11
	Гриб-зонтик белый <i>Macrolepiota excoriata</i> (Schaeff.) Wasser	3,57	1,67	77,84	59,67	67,47	6,96	0,40	0,06	0,12
	Масленок настоящий <i>Suillus luteus</i> (L.) Gray	2,31	0,27	15,17	57,92	93,83	5,28	0	0,09	0,15
	Свинушка тонкая <i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	0,62	0,22	43,31	99,03	44,23	6,04	0,27	0,1	0,22
	Сыроежка красная <i>Russula rubra</i> (Lam.) Fr.	2,15	0,50	36,12	62,10	37,46	13,40	0,31	0,13	0,28
	Среднее значение	2,04	0,68	34,40	69,61	53,67	6,80	0,16	0,09	0,23
Фоновое значение		0,51	0,65	33,68	105,21	33,38	16,29	0,08	0,12	0,03

Нами установлено, что содержание ТМ в плодовых телах грибов в первую очередь определяется расстоянием от площадки складирования отходов как в юго-восточном, так и в северо-западном направлениях. Максимальные уровни накопления наиболее токсичных элементов – Pb и Cd отмечались в сухой массе грибов, произрастающих в непосредственной близости от промплощадки и на расстоянии до 70 м. Так, содержание Pb на расстоянии 30 м в юго-восточном направлении составило от 0,78 мг/кг в опенке летнем до 18,51 мг/кг в плодовых телах сыроежки красной. Содержание Cd варьировало от 0,52 мг/кг (свинушка тонкая) до 7,17 мг/кг (опенок летний). Накопление Fe отмечено в пределах 28,20 – 193,20 мг/кг. Наименьшее содержание Ni установлено в плодовых телах опенка летнего (0,07 мг/кг), максимальное – 2,46 мг/кг у трутовика настоящего. Отмечено также относительно высокое содержание Cr – до 4,12 мг/кг у трутовика настоящего. Усредненные содержания ТМ по всем отобраным на указанном удалении образцам грибов составили: свинец – 4,42 мг/кг (в 8,6 раза выше фонового значения), кадмий – 2,23 мг/кг (3,4 фоновой величины), железо – 72,39 мг/кг (2,2 фоновой величины), никель – 0,53 мг/кг (6,6 фона), хром – 0,73 (24,3 фоновой величины). Усредненные уровни накопления эссенциальных элементов – Cu (21,55 мг/кг), Zn (84,85 мг/кг), Mn (7,69 мг/кг) и Co (0,12 мг/кг) – были сопоставимы с фоновыми значениями соответственно 33,68 мг/кг, 105,21 мг/кг, 16,29 мг/кг и 0,12 мг/кг.

На расстоянии 70 м в северо-восточном направлении среднее содержание Pb уменьшалось примерно вдвое и составило 2,04 мг/кг (4 фоновых величины), содержание Ni и Cr снижалось в три раза – 0,16 мг/кг или

2 фоновые величины для никеля и 0,23 мг/кг или 7,6 фона для хрома. Содержание Cd и Fe при этом снижается практически до фоновых значений и составило в среднем для Cd 0,68 мг/кг, Fe – 53,67 мг/кг. Среднее значение содержания Си находилось на уровне фона (34,40 мг/кг), а содержание Zn (69,61 мг/кг), Mn (6,80 мг/кг) и Co (0,09 мг/кг) было даже ниже фона.

С увеличением расстояния до 100–160 м содержание исследуемых ТМ в плодовых телах грибов приходит к уровням фоновых значений.

Выявленная обратная зависимость снижения концентраций ТМ в макромицетах при увеличении расстояния от источника загрязнения хорошо прослеживается у свинушки тонкой, отобранной во всех исследуемых точках по градиенту загрязнения (рисунок 1).

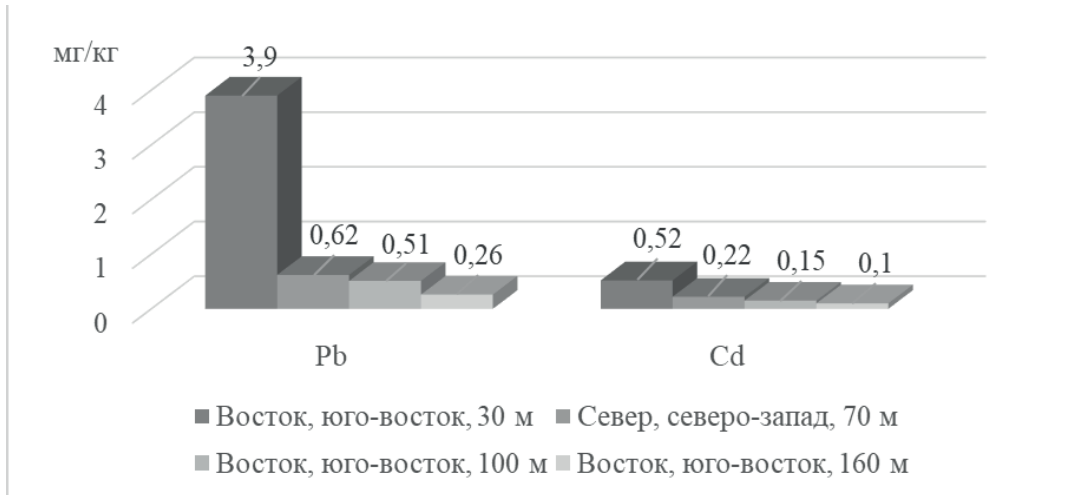


Рисунок 1 – Содержание Pb и Cd в плодовых телах свинушки тонкой в зависимости от расстояния от площадки складирования свинецсодержащих отходов

Кроме того, анализируя возможную видоспецифичность грибов по отношению к накоплению ТМ выявлено, что шампиньон кривой *Agaricus abruptibulbus* Реск. является концентратором следующих элементов: Pb, Cd, Си, Zn и Со (рисунок 2, 3).

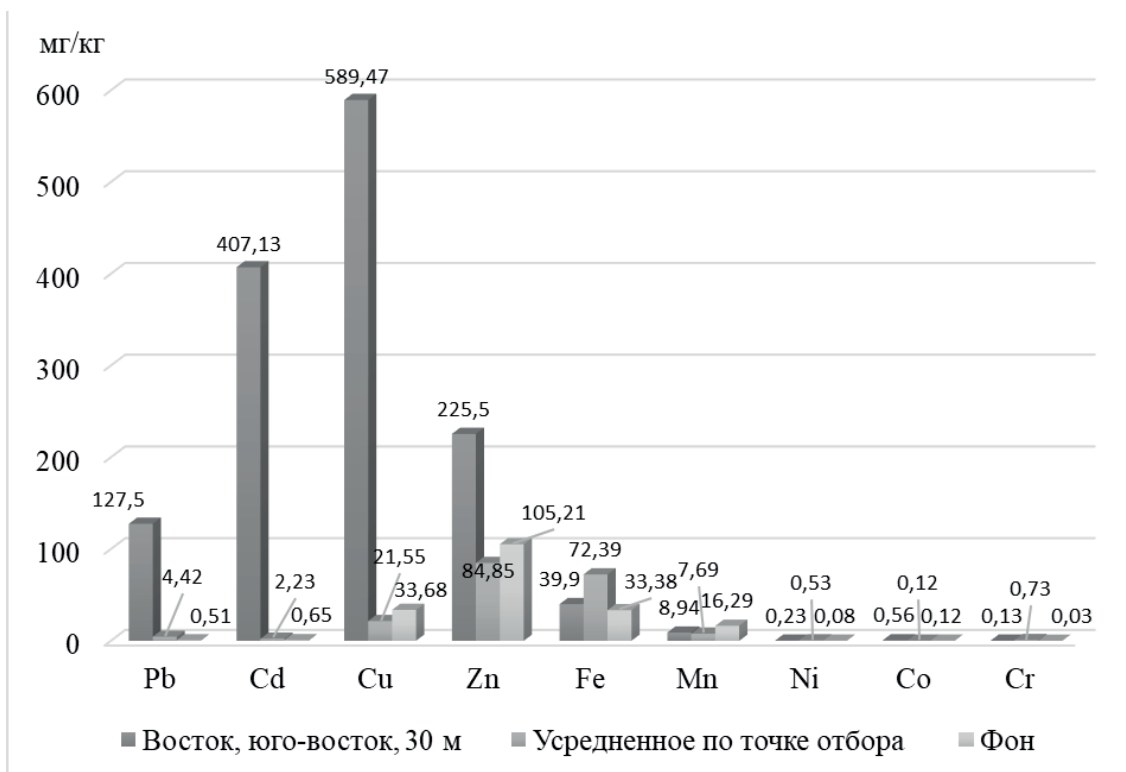


Рисунок 2 – Содержание ТМ в плодовых телах шампиньона кривого на расстоянии 30 м юго-восточнее площадки складирования свинецсодержащих отходов

На расстоянии в 30 м юго-восточнее промплощадки содержание Pb составило 127,5 мг/кг, что в 250 раз превышало фон и примерно в 29 раз – среднее значение в других грибах данной точки отбора. Содержание Cd составило 407,13 мг/кг (в 626 раз выше фонового значения и в 186 раз выше среднего по выборке), Cu – 589,47 мг/кг (в 17,5 раз выше фонового значения и в 27 раз выше среднего по выборке), Zn – 225,5 мг/кг (в 2 раза выше фонового значения и в 2,6 раз выше среднего по выборке) и Co – 0,56 мг/кг, что в 4,7 раза выше и среднего, и фонового значений. Содержание железа, марганца, никеля и хрома было на уровне средних и фоновых значений.

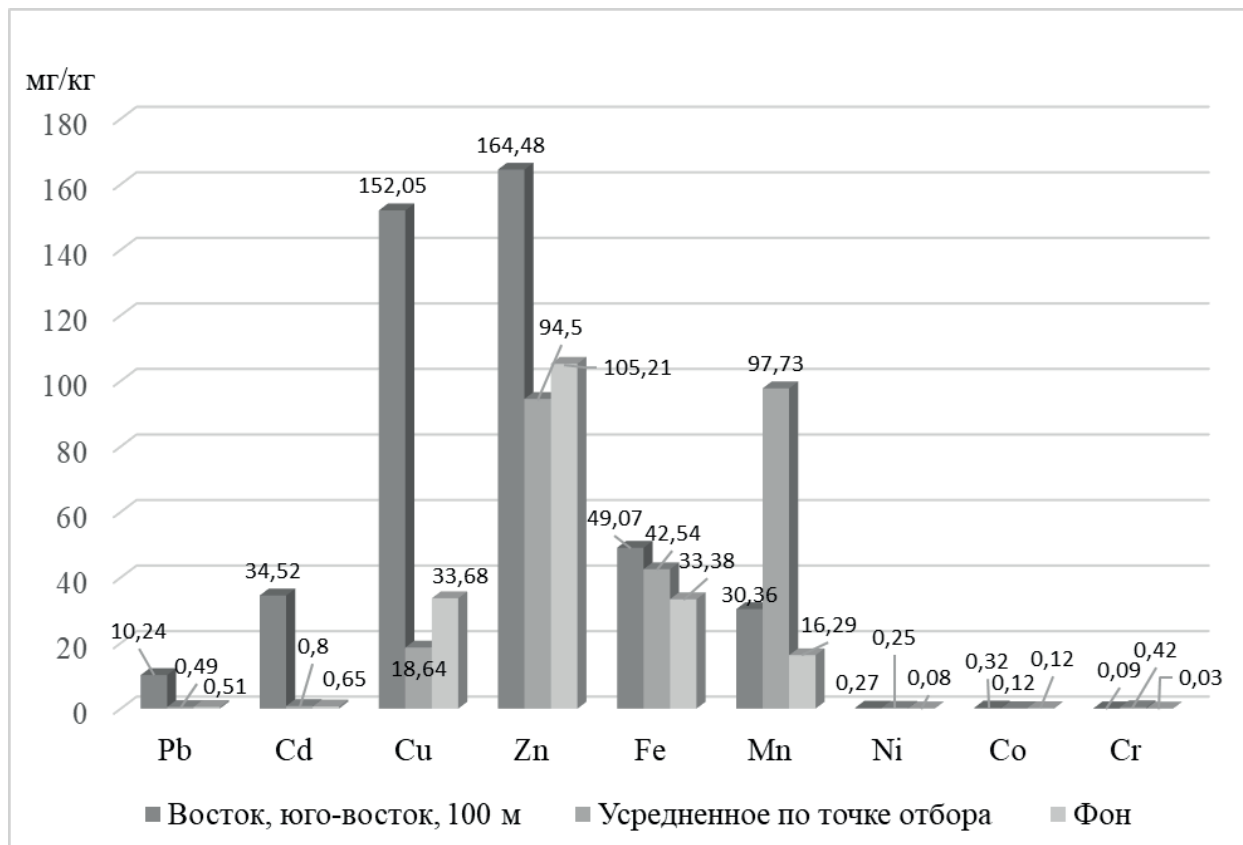


Рисунок 3 – Содержание ТМ в плодовых телах шампиньона кривого на расстоянии 100 м юго-восточнее площадки складирования свинецсодержащих отходов

На расстоянии в 100 м юго-восточнее промплощадки содержание Pb составило 10,24 мг/кг, что в 20 раз превышало и фон, и среднее по выборке. Содержание Cd составило 34,52 мг/кг (в 53 раза выше фонового значения и в 43 раза выше среднего по выборке), Cu – 152,05 мг/кг (в 4,5 раз выше фонового значения и в 8 раз выше среднего по выборке), Zn – 225,5 мг/кг (в 1,5 раза выше фонового значения и в 1,7 раз выше среднего по выборке) и Co – 0,32 мг/кг, что в 2,7 раза выше и среднего, и фонового значений. Содержание железа, марганца, никеля и хрома так же было на уровне средних и фоновых значений, как и в предыдущей точке отбора (30 м).

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что накопление химических элементов макромицетами в рассматриваемой локации – это сложный процесс, который зависит от биохимических и генетических особенностей рассматриваемых биологических объектов, а также определяется фактором удаленности от источника эмиссий.

Так, в исследованных видах грибов усредненное содержание Pb на расстоянии 30 м в юго-восточном направлении достигает 4,42 мг/кг (в 8,6 раза выше фоновых значений), Cd – 2,23 мг/кг (3,4 фоновой величины), Fe – 72,39 мг/кг (2,2 фоновой величины), Ni – 0,53 мг/кг (6,6 фона), Cr – 0,73 (24,3 фоновое значение). На расстоянии 70 м в северо-восточном направлении среднее содержание Pb уменьшается примерно вдвое и составляет 2,04 мг/кг (4 фоновых величины), содержание Ni и Cr снижается в три раза – 0,16 мг/кг или 2 фоновых величины для никеля и 0,23 мг/кг или 7,6 фона для хрома. Снижение концентраций этих элементов практически до уровня фоновых значений наблюдается на расстоянии до 160 м.

Суперконцентратором ТМ среди изученных видов грибов является шампиньон кривой *Agaricus abruptibulbus* Реск., для которого установлены чрезвычайно высокие концентрации Pb (127,5 мг/кг), Cd (407,13 мг/кг), Cu (589,47 мг/кг), а также высокие концентрации Zn (225,5 мг/кг) и Co (0,56 мг/кг).

Поскольку установлено, что грибы на расстоянии как минимум до 100 м от территории промплощадки складирования отходов золы свинцовой как в северо-восточном, так и в юго-восточном направлениях накапливают ТМ в количествах, значительно превышающих фоновые уровни, необходимо в настоящее время исключить возможность заготовки грибной продукции в данной локации.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ Х19Б-004 «Особенности распределения и миграции тяжелых металлов в почвах и растительных объектах экосистем в ареале площадки складирования свинецсодержащих отходов (пос. Зеленый Бор Ивацевичского района) с разработкой рекомендаций по минимизации экологических рисков», № ГР 20200201.

Список использованных источников

1. Сибиркина, А.Р. Биогеохимическая оценка содержания тяжелых металлов в сосновых борах Семипалатинского Прииртышья: автореф. дис. ... докт. биол. наук : 03.02.08. / А.Р. Сибиркина. – Омск, 2014. – 38 с.
2. Арефьев, С.П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов / С.П. Арефьев. – Новосибирск: Наука, 2010. – 260 с.
3. Цветнова, О.Б. Грибы – биоиндикаторы техногенного загрязнения / О.Б. Цветнова, А.И. Щеглов // Природа. – 2002. – №11. – С. 39–46.
4. Цветнова, О.Б. Накопление радионуклидов и тяжелых металлов грибным комплексом лесных экосистем / О.Б. Цветнова, Н.Е. Шатрова, А.И. Щеглов // Науч. тр. ин-та ядерных исследований. – Киев. – 2001. – №3 (5). – С. 171–176.
5. Сибиркина, А.Р. Содержание цинка в грибах соснового бора Семипалатинского Прииртышья Республики Казахстан / А.Р. Сибиркина // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде. Доклады V Международной научно-практической конференции. Семипалатинский государственный педагогический институт, 15-18 октября 2008 г. – Семей. – 2008. – Т. 2. – С. 65–71.
6. Сазанова, К.В. Накопление тяжелых металлов грибами. Экологическая и видовая специфичность, механизмы аккумуляции, потенциальная опасность для человека / К.В. Сазанова, В.Д. Великова, Н.В. Столярова // Токсикология – 2017. – Т. 18. – С. 336–361.
7. Королева, Ю.В. Особенности накопления тяжелых металлов лесными грибами Калининградской области / Ю.В. Королева, М.А. Охрименко // Вест. Балтийского федерального ун-та им. И. Канта. Сер. Естеств. и мед. науки. – 2015. – Вып. 1. – С. 106–112.
8. Пельгунов, А.Н. Аккумуляция тяжелых металлов грибами на территории национального парка «Плещеево озеро» / А.Н. Пельгунов, Л.А. Пельгунова // Поволжский эколог. журн. – 2015. – № 2. – С. 215–219.
9. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – Москва: Гидрометеиздат, 1981. – 109 с.
10. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства / А.В. Кузнецов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЦИНАО, 1992. – 53 с.
11. Флора Беларуси. Грибы. В 7 т. / О. С. Гапиенко, Я. А. Шапорова; под. ред. В. И. Парфенова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – Т. 1. – 199 с.

FEATURES OF HEAVY METALS ACCUMULATION BY MACROMYCETES IN CONDITIONS OF CHEMICAL POLLUTION (ENVIRONMENT OF ZELENY BOR, IVATSEVICHY DISTRICT) M.V. MIKHALCHUK, A.A. BRYL, M.M. DASHKEVICH

It has been established that mushrooms at a distance of at least 100 m from the territory of the industrial site for storage of lead ash wastes both in the northeastern and southeastern directions accumulate heavy metals in quantities significantly exceeding background levels, which currently excludes the possibility of harvesting mushroom products in this location.

УДК 551.48(476.7)

СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В МАЛЫХ РЕКАХ БАССЕЙНА ЗАПАДНОГО БУГА

Л.А. Набиева

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье представлены результаты изучения влияния селитебной территории на состояние малых рек белорусской части бассейна Западного Буга. Рассматривается содержание нефтепродуктов в поверхностных водах. Влияние нефтяного загрязнения проявляется в ухудшении физических свойств воды, увеличении содержания в воде токсических веществ, образовании поверхностной пленки нефти, понижающей содержание в воде кислорода.

Ключевые слова: Западный Буг, малая река, селитебная территория, нефтепродукты

Введение

Использование и сохранение малых рек является актуальным вопросом для территории Республики Беларусь, так как большая часть водотоков страны относится к малым рекам. Более половины общей длины речной сети Беларуси приходится преимущественно на водотоки протяженностью менее 10 км [1].

Согласно 5 статье Водного Кодекса Республики Беларусь, к малым рекам относятся водотоки протяженностью от 5 до 200 км [2]. Количество малых водотоков, сосредоточенных в бассейне Западного Буга, составляет 94% от общей структуры речной сети бассейна. Отличительной чертой притоков р. Западный Буг является значительная (0,30–0,45 км/км²) густота русловой сети, обусловленная мелиоративными работами [3]. При такой развитой гидрографической сети многие малые реки являются составным компонентом урбанизированной геосистемы.

В условиях увеличения площади урбанизированных геосистем, усиления их влияния на физические и химические свойства водной среды, возникает необходимость в исследовании экосистем малых рек в границах селитебных территорий. Результаты подобных исследований позволяют отслеживать изменения гидрохимического состояния бассейнов более крупных рек, в том числе и в прогностическом аспекте.

Главной целью данного исследования являлось определение содержания нефтепродуктов в поверхностных водах малых рек и искусственных каналах.

Нефть и нефтепродукты являются наиболее опасными загрязнителями водной среды, затрудняющими все виды водопользования, оказывающими отрицательное воздействие на трофические связи и круговороты веществ, загрязняющими берега рек и озер, приводя к ухудшению физических и химических свойств воды [4].

Материалы и методы

Отбор проб поверхностных вод малых рек белорусской части бассейна Западного Буга осуществлялся с берега в соответствии с нормативными документами и проводился в апреле 2022 г. [5]. В результате отобрано 14 образцов, из которых 12 образцов взято из малых рек, а 2 образца из искусственных каналов в г. Кобрине. Искусственные каналы выбраны объектами исследования с целью оценки их самоочищающейся способности в условиях возрастающей антропогенной нагрузки. Общая характеристика исследуемых водотоков представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Общая характеристика исследуемых водотоков

Река	Длина, км	Площадь водосбора	Пункт отбора пробы
Мухавец	112,6	6600	В черте г. Брест
			Речной шлюз сан. Буг
Лесная	85	2300,2	В черте г. Каменец
			4 км выше г. Каменец
Пульва	42	296,9	В черте г. Высокое
Малорита	30,5	602	В черте г. Малорита
Жабинка	25	228	В черте г. Жабинка
Шевня	19	66	В черте г. Кобрин
Осиповка	38	534	В черте н.п. Старое село, Брестский р-н
Спановка	25	256	В черте н.п. Медно, Брестский р-н
Дахловка	24	226	В черте н.п. Борщи, Брестский р-н
Лютая	18	83	В черте н.п. Остромечево, Брестский р-н

Продолжение таблицы 1

к. Бона	34	52	В черте г. Кобрин
к. Кобринка	11,5	23	В черте г. Кобрин

Содержание нефтепродуктов является одним из ведущих показателей оценки гидрохимического состояния малых рек бассейна Западного Буга. Для определения содержания нефтепродуктов использовалась методика измерения их массовой концентрации в пробах природных, питьевых, сточных вод на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Флуориметрический метод измерений массовой концентрации нефтепродуктов основан на их экстракции гексаном из пробы воды [6]. Анализ проб поверхностной воды осуществлялся на базе лаборатории гидроэкологии и экотехнологий Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси.

Результаты

В Республике Беларусь согласно нормативам качества воды поверхностных водных объектов для нефти и нефтепродуктов в растворенном и эмульгированном состоянии установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) 0,05 мг/дм³ [7].

Результаты химического анализа на содержание нефтепродуктов в поверхностной воде малых рек белорусской части бассейна Западного Буга в весенний период представлены на рисунке 1.

Отсутствие содержания нефтепродуктов наблюдается на р. Пульва, р. Малорита, р. Дахловка и к. Бона; несмотря на то, что Пульва, Малорита и Бона расположены в черте городов, нагрузки от селитебной территории они не испытывают.

Минимальные концентрации содержания нефтепродуктов в поверхностной воде наблюдаются на р. Осиповка, р. Спановка, р. Лютая и к. Кобринка – от 0,001 до 0,02 мг/дм³, что не превышает значения ПДК.

Среди исследуемых водных объектов по концентрации нефтепродуктов выделяется р. Жабинка (0,044 мг/дм³) и р. Шевня (0,048 мг/дм³). В г. Жабинка и в г. Кобрине расположены предприятия пищевой и нефтеперерабатывающей промышленности, соответственно. В ливневую канализацию попадает поверхностный сток с территории промышленных предприятий.

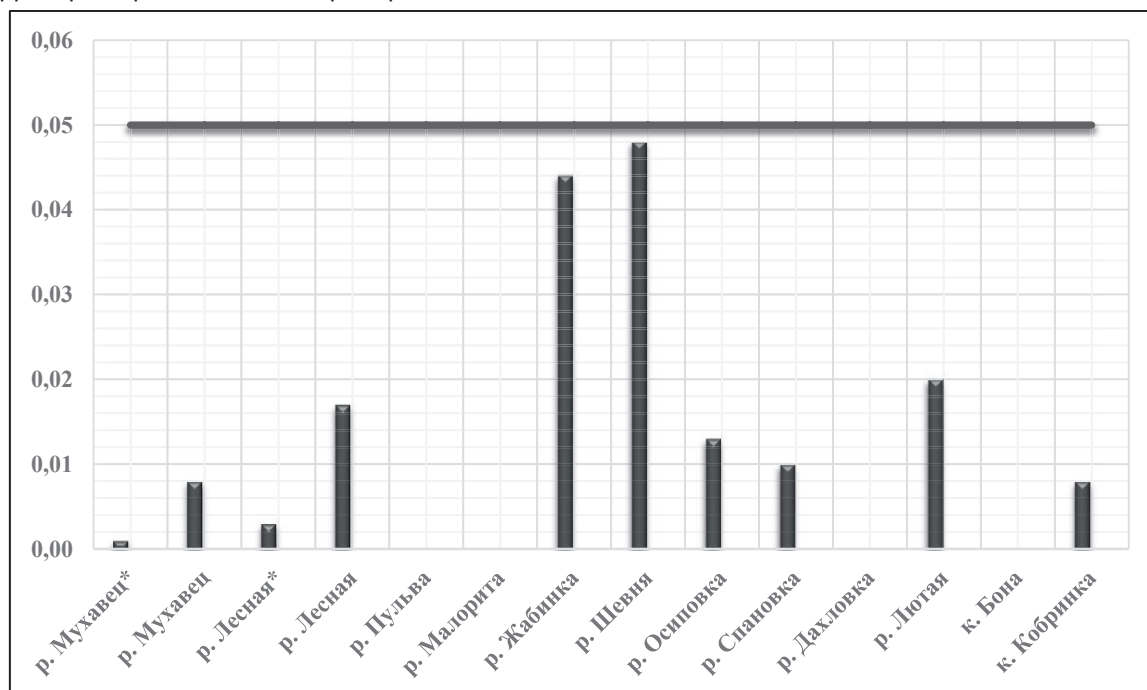


Рисунок 1 – Концентрация нефтепродуктов в водотоках

Пункты наблюдений на р. Мухавец, р. Лесная и р. Спановка включены в национальную сеть мониторинга, данные НСМОС о среднегодовом содержании нефтепродуктов в период с 2006 г. по 2021 г. варьировали в пределах 0,010–0,040 мг/дм³ [1]. В весенний период 2022 г., в данных реках содержание нефтепродуктов находится также ниже уровня ПДК.

На исследуемых водотоках, кроме вышеуказанных рек, отсутствуют пункты наблюдений мониторинга поверхностных вод в бассейне р. Западный Буг. По этой причине, сравнительный анализ концентраций нефтепродуктов в водотоках невозможен.

Заключение

Концентрации нефтепродуктов в водотоках белорусской части бассейна Западного Буга, за весенний период 2022 г., не превышали значений ПДК и изменялись в пределах 0,001–0,048 мг/дм³.

Проведенные исследования представляют собой первичную оценку, не подтверждающую наличия загрязнения нефтепродуктами, следовательно, необходимо продолжить исследования водных объектов селитебных территорий, для отслеживания динамики поступлений загрязняющих веществ. Собранная информация станет базой для качественной оценки экологического состояния водотоков, что в свою очередь поспособствует принятию мер по минимизации воздействия основных видов загрязнений.

Список использованных источников

1. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/content/174.html>. – Дата доступа 10.06.2022.

2. Водный Кодекс Республики Беларусь : 30 апр. 2014 г. № 149-3 : принят Палатой представителей 2 апр. 2014 г. : одобр. Советом Республики 11 апр. 2014 г. : в Кодекс с 11 янв. 2022 г. изм. и доп. не вносились. – Минск, 2022 г.

3. Республиканское Унитарное Предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://cricuwr.by/> – Дата доступа: 10.06.2022.

4. Коршунова, Т.Ю. Нефтяное загрязнение водной среды: особенности, влияние на различные объекты гидросферы, основные методы очистки / Т.Ю. Коршунова, О.Н. Логинов // Экобиотех. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 157–174.

5. Вода. Общие требования к отбору проб : СТБ ГОСТ Р 51592–2001; введ. 01.11.2002. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2001. – 36 с.

6. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» : ПНД Ф 14.1:2:4.128–98; введ. 07.08.2012. – Москва: ФБУ Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия, 2012. – 25 с.

7. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов [Электронный ресурс] : постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 30 марта 2015 г., № 13 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://etalonline.by/document/?regnum=W21529808>. – Дата доступа: 18.06.2022.

THE CONTENT OF PETROLEUM PRODUCTS IN SMALL RIVERS THE ZAPADNY BUG BASIN

L.A. NABIEVA

The article presents the results of studying the influence of residential territory on the state of small rivers of the Belarusian part of the Zapadny Bug basin. The content of petroleum products in surface waters is considered. The influence of oil pollution is manifested in the deterioration of the physical properties of water, an increase in the content of toxic substances in water, the formation of a surface film of oil that lowers the oxygen content in water.

УДК 631.6.02

ОЗЕРА МЕЩЕРСКОГО ПОЛЕСЬЯ КАК ОБЪЕКТ МОНИТОРИНГА И ОХРАНЫ

П.И. Пыленок

Мещерский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Рязань, Россия

На примере уникального озера Белое, гидрологического памятника природы, расположенного в центре Мещерского Полесья, рассмотрены состояние и проблемы мониторинга и охраны водных объектов. Установлено возрастание антропогенной нагрузки на водные объекты в центре Мещеры, которое сопровождается не интенсивной, но устойчивой отрицательной динамикой показателей качества воды, ростом уровня ингридиентного загрязнения и эвтрофированием водоемов. Уровень охраны водных объектов оценивается как низкий.

Ключевые слова: Мещерская низменность, антропогенная нагрузка, осушение, эвтрофирование водных объектов, мониторинг, физико-химические показатели качества воды

Мещерская низменность, расположена в междуречье рек Оки, Москвы и Клязьмы, занимает площадь около 23000 км², по праву считается краем озёр и болот. Озера Мещерской низменности протянулись единым кольцом по Мещере, образовав Мещерское озерное кольцо. Заболоченность территории составляет около 30 %. Главной водной артерией Мещеры является река Пра (левый приток Оки). Кроме водных и лесных ресурсов известны крупные месторождения торфа, фосфоритов, кварцевых песков, глины и др. В 1960–80-х гг. было осушено более трети болот и заболоченных земель, которые сегодня испытывают повторное заболачивание, утрачивают свои хозяйственные функции. Среди особо охраняемых природных территорий (ООПТ) известны Окский биосферный заповедник, Мещёрский национальный парк, природный парк Солотчинский. Природная уникальность, хозяйственная и экологическая значимость определяют актуальность мониторинга и охраны рассматриваемой территории [1, 2, 3, 4].

Целью исследований являлась оценка уровня антропогенного воздействия на водные объекты Мещеры. Методической основой исследования являлся многолетний мониторинг водных объектов Мещеры, экосистемный анализ и синтез, водный баланс.

Озера, леса и болота относятся к наиболее устойчивым экосистемам, они образуют своеобразный экологический каркас Мещерской низменности. На востоке Московской области находятся Шатурские озёра – Святое, Муромское, Белое, Чёрное. На границе Московской и Рязанской областей располагаются Радовицкие озёра – Щучье, Большое, Малое Митинское и др, а также Туголесские озёра – Великое, Долгое, Глубокое, Маловское, Карасево, Воймежное, Свиношное и др. Во Владимирской области – Гусевские озёра. В Рязанской области целая группа озёр протянулась на 50 километров: Святое, Дубовое, Великое, Ивановское, Сокорево, Дунинское, Лебединое, Мартыново, Чёрное, Михайловское, Исихра. В Клипиковском районе в окрестностях с. Криуша рыбаков и туристов привлекают озера Великое, Комгарь, Негарь, Деревятое, Окунь, Колчеватое; в районе Тумы – Мамасево, Чаславское, Гавринское, Святое, Озерки. В южной Мещере в границах ООПТ «Природный парк Солотчинский» – Черное, Поганое, Большое Келецкое, Малое Келецкое.

Изменение антропогенной нагрузки рассмотрим на примере озера Белое. Оно расположено в 16 км северо-восточнее г. Спас-Клепики у д. Белое Клепиковского района (рисунок 1 а) на границе Национального природного парка «Мещерский» (105 тыс. га), созданного в 1992 г. Площадь озера составляет 33,4 га, длина 848 м, ширина 580 м, длина береговой линии 2,2 км [1].

Большинство озёр Мещерской низменности имеют ледниковое происхождение, их средняя глубина 2–3 м. Уникальность же оз. Белого, получившего в 1974 г. статус гидрологического памятника природы, заключается в том, что это самое глубоководное озеро Рязанской Мещеры (более 50 м); по объёму воды (4315 тыс. м³) оз. Белое уступает только оз. Великому (14901 тыс. м³ [2, 5]), которое по площади в 60 раз больше. При минимальной водосборной площади оз. Белое не имеет притоков, вытекает из него только один ручей. Таким образом, питание оз. Белое осуществляется за счет подземных вод, поскольку вклад атмосферных осадков (летних и зимних) при таких объёмах воды невелик.

Гидрогеологические данные показывают, что кровля артезианского подольско-мячковского водоносного горизонта (С2рд+мс) среднекаменноугольного водоносного комплекса здесь залегает на глубине 28–30 м. При глубине озерной котловины около 56 м, имеет место вскрытие кровли водоносного горизонта артезианского бассейна; образуются своеобразные вертикальные окна, через которые в результате происходит обильное подземное питание оз. Белое чистыми артезианскими водами. Размер этого питания оценивается в 150–200 мм [3,5], и по годам мало колеблется. Только в годы совпадения по фазе режимов подземных и поверхностных вод случаются максимальные подъёмы уровня и часть воды из озера по резко выраженному понижению (потяжине) перетекает в озеро Великое. Для рыбохозяйственных целей и во избежание подтопления земельных участков жителей деревни в многоводные годы здесь 1960-х годах был построен канал с регулирующим шлюзом, который в 1990-х был разрушен.

Происхождение оз. Белое окутано легендами. Большинство специалистов склоняются к термокарстовой природе происхождения этого небольшого водоема. Но есть версии о космической (метеоритной) природе

и даже теологической (церковь ушла под землю). Одна из легенд говорит, что оно с двойным дном, а вода в нём постоянно пополняется живой водой из недр, накопленной за многие тысячелетия. Легенды на поверку оказываются недалеко от реальности, о чём свидетельствует геологический разрез пород, слагающих озеро. Берега и чаша озера сложены песками, залегающими на глине, десятиметровая толща которой сформировалась в юрский период мезозойской эры, т.е. более 200 млн. лет назад. Глина почти водонепроницаемая, она перекрывает известняки каменноугольного периода (340–400 млн. лет назад). В трещиноватых известняках содержатся и медленно передвигаются к зонам разгрузки (море, океан) напорные (артезианские) воды. Зажатая, как в трубе, вода находит выход – в озерной котловине, где в толще глины имеется разрыв (гидрогеологическое окно), заполненный песком и размытой глиной. Сопротивление фильтрационному выходу подземных вод в озеро ничтожно, подземная вода постоянно поступает в соответствии с «запрограммированным» некогда водным режимом водоносного горизонта палеозойских отложений. Причина образования разрыва в глине, «голубого ока» не ясна, но бытует мнение, что возникло оно в результате падения большого метеорита. Оказалось, что у озера фактически два дна: одно глиняное, второе – известняковое.

Панорама озера (рисунок 1 б) удивительно красива. Вдоль озера в его береговой и водоохранной полосе все лето, особенно в выходные дни, скапливается большое число автомашин и палаток с отдыхающими (рисунок 1 г). В результате постоянно нарастает антропогенный прессинг на экосистему озера.

Результаты химических анализов показывают, что вода в озерах гидрокарбонатно-кальциевая, пока еще с малым содержанием органического вещества, железа и биогенов (соединений азота, фосфора и калия). Однако должной охраны водных объектов в границах вмещающей озеро ООПТ не осуществляется в основном по причине недостаточного финансирования, отсутствия надлежащей туристической инфраструктуры и нехватки кадров, что ведет к возрастанию рисков дальнейшей деградации водных объектов.

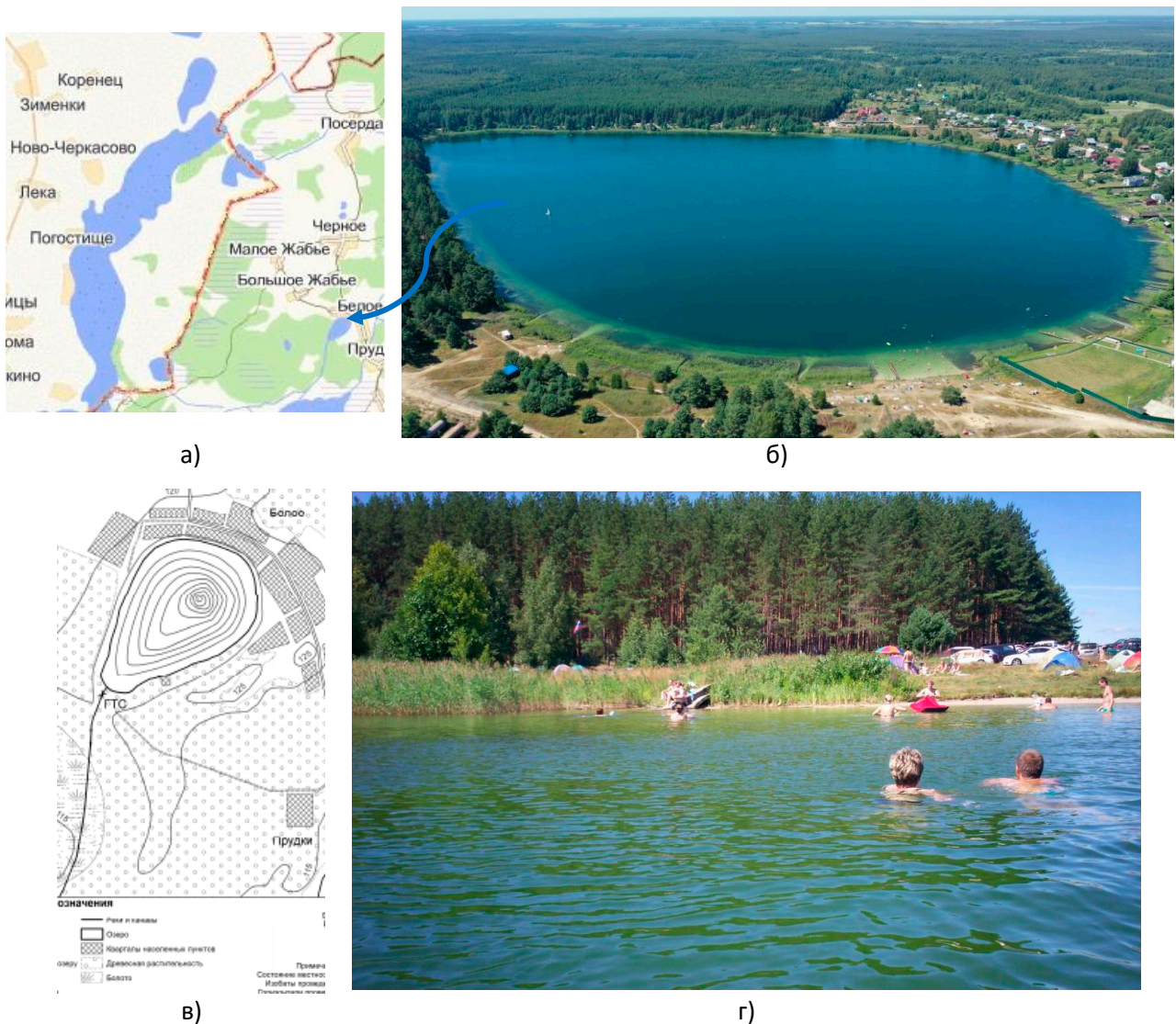


Рисунок 1 – Озеро Белое: а) – картосхема; б) – панорама; в) – рельеф озерного ложа; г) – один из пляжей

Еще в 1970-х гг. вся северная и частично западная незалесённая часть озера со стороны деревни Белое была открытой; только в четырёх местах вдоль берега отмечались небольшие куртины высшей водной растительности (ВВР) с доминированием тростника, рогоза, камыша. При реконструкции гидромелиоративной системы «Вожа» в 1986 г. была построена дорога с твердым покрытием, соединившая д. Белое с автотранспортной инфраструктурой области. В результате приток туристов увеличился в десятки раз. Это сопровождалось заметным эвтрофированием водоема. В настоящее время почти вся береговая полоса покрыта бентосной растительностью. Появление и распространение ВВР – индикатор, свидетельствующий о том, что приток биогенных загрязнителей в озеро существенно увеличился.

Экспресс анализ природных вод района исследований (таблица 1) позволяет заключить, что все они относятся к суперпресному классу, при этом озерная вода имеет слабощелочную реакцию и отрицательный окислительно-восстановительный потенциал (-86–100 mV), по сути являясь природным антиоксидантом. Грунтовые воды, как правило, слабокислые, с положительным окислительно-восстановительным потенциалом (+ 33–57 mV). В целом качество природных вод соответствует классу «экологической нормы», в отдельных случаях оно ухудшается до «экологического риска».

Таблица 1 – Результаты экспресс тестирования природных вод бассейна р. Вожи

Место пробоотбора	pH	Eh, mV	TDS, ppm	T, °C/°F
27 июня 2020 г.				
Оз. Белое	7,7	-86	53	22/72
р. Вожа	6,1	-23	41	22/72
Грунтовые воды	6,3	+57	99	14/57
Дренажные воды	5,2	-117	41	22/72
19 июля 2020 г.				
Оз. Белое	8,8	-100	51	23/74
р. Вожа	6,6	-36	61	20/68
Грунтовые воды	5,9	+33	82	17/63
Дренажные воды	6,6	-65	48	23/73

Заключение

Выполненный мониторинг состояния водных объектов центра Мещерской низменности демонстрирует усиление антропогенной нагрузки на их водосборы и сопровождается не интенсивной, но устойчивой отрицательной динамикой показателей качества воды, ростом уровня ингредиентного загрязнения и эвтрофирования водоемов. В условиях практически полного отсутствия необходимой инфраструктуры природоохранного и рекреационно-туристического назначения, степень охраны водных объектов оценивается как низкая и недостаточная,

Результаты физико-химических анализов позволяют сделать вывод, что природные воды являются гидрокарбонатно-кальциевыми, с малым содержанием органического вещества, железа и биогенов (соединений азота, фосфора и калия). Установленные количественные значения приведенных показателей могут быть использованы в качестве базовых при проведении дальнейших сравнительных оценок экологического состояния данного озерного водоема.

Список использованных источников

1. Авессаломова, И.А. Геохимическая трансформация постмелиоративных ландшафтов / И.А. Авессаломова, К.Н. Дьяконов, А.В. Савенко, Т.И. Харитоновна // Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 5. География. 2014. – № 2. – С. 17–24.
2. Комаров, И.М. Озеро Белое – уникальный природный объект на территории Рязанской области / И.М. Комаров // Вестник государственного университета им. С.А. Есенина. – Вып. 4 (41). – 2013. – С. 125–143.
3. Маслов, Б.С. Драгоценное «водное око» Земли // <http://www.ekomelio.ru/2013/01/maslov-b-s-dragocennoe-vodnoe-okozemli/>
4. Пыленок, П.И. Жемчужина в кольце Мещерских озер // VI Международный Водный Форум «Родники Беларуси», 3-4 июня 2021 г. : тез. докл. / РУП «ЦНИИКИВР» : редкол.: А.Д. Гриб [и др.]. – Минск, 2021. – С. 227–231 // <http://depositary.belisa.org.by/EDNI/Deposits/Details.aspx?Id=646>
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 10. Верхне-Волжский район. Описания отдельных рек и озер / Редактор Ю.Е. Яблоков. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. – 369 с.

LAKES OF MESHCHERSKY POLESIE AS AN OBJECT OF MONITORING AND PROTECTION
P.I. PYLENOK

On the example of the unique lake Beloe, a hydrological natural monument located in the center of Meshchersky Polesie, the state and problems of monitoring and protection of water resources are considered. An increase in anthropogenic load on water bodies in the center of Meschera has been established, which is accompanied by a non-intensive, but stable negative dynamics of water quality indicators, an increase in the level of ingredient pollution and eutrophication of reservoirs. The level of protection of water bodies is estimated as low.

УДК 553.97

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БОЛОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

В.А. Ракович

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Приведены результаты изучения функционирования и классификации озерно-болотных и пойменно-болотных комплексов. Показано, что они функционируют в единых режимах и ритмах. Антропогенное вмешательство в один из компонентов болотных комплексов оказывает дестабилизирующее негативное влияние на остальные компоненты. Во избежание негативных экологических последствий следует сохранять естественный гидрологический режим всех торфяных месторождений, входящих в состав озерно-болотных и пойменно-болотных комплексов.

Ключевые слова: торфяное месторождение, озерно-болотный комплекс, пойменно-болотный комплекс, воздействие на окружающую среду

Введение

Болота являются важным, а, зачастую, и уникальным звеном в цепи взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов природы. Ландшафтная функция болот проявляется в их роли в формировании рельефа, поскольку торфяные залежи разрастаются вширь и вверх, и в формировании различных ландшафтных комплексов. Болотные экосистемы тесно связаны с прилегающими территориями, поэтому играют важную роль в формировании их водного режима, микроклимата, других физико-географических процессов, и в совокупности образуют единые болотные комплексы.

Целью работы являлась оценка функционирования озерно-болотных и пойменно-болотных комплексов Беларуси и их классификация.

Для достижения цели с использованием картографических, стратиграфических материалов и по результатам экспедиционного исследования были изучены и проклассифицированы озерно-болотные и пойменно-болотные комплексы, находящиеся в Полесье, Центральной части Беларуси и Поозерье.

Материалы и результаты исследований

Для изучения болотных комплексов Беларуси были использованы топографические карты масштабов 1:100000, 1:25000, карта торфяного фонда Белорусской ССР масштаба 1:600000, кадастровый справочник "Торфяной фонд Белорусской ССР" и "Схема рационального использования и охраны торфяных ресурсов БССР на период до 2010 года". Данные о генезисе, стратиграфии, растительном покрове, типологической принадлежности, геоморфологии, гидрологии и современном состоянии торфяных месторождений (ТМ) получены во время научных экспедиций, а также по фондовым материалам о разведке ТМ по категориям А, В, С, хранящимся в Институте природопользования НАН Беларуси, РУП «БелНИИтоппроект» и РУП «Белгипроводхоз».

Главной и принципиальной особенностью болотных комплексов является взаимное влияние болот, озер и прилегающих склоновых земель, проявляющееся в общности гидрологического режима и физико-географических процессов [1, 2]. Следовательно, болотные комплексы существуют как самостоятельные целостные природные экосистемы, компоненты которых функционируют в единых ритмах и циклах.

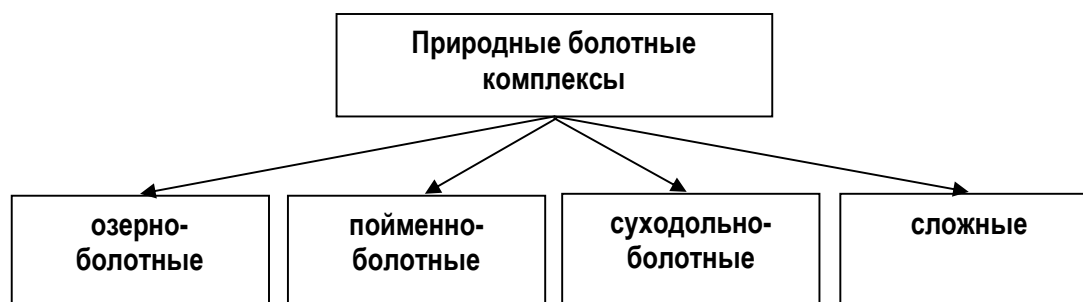


Рисунок 1 – Классификация природных болотных комплексов

В зависимости от особенностей местности формируются четыре типа природных болотных комплексов: озерно-болотные, пойменно-болотные, суходольно-болотные и сложные, представленные сочетанием не менее двух вышеназванных типов (рисунок 1). Еще один, пятый тип, имеет антропогенное происхождение и именуется как мелиорированные болотные агроландшафты, у которых вследствие осушения сохранились лишь торфяные залежи, в то время как болотная биота уничтожена и заменена агроценозами.

Озерно-болотные комплексы (ОБК) представляют собой единые экосистемы озер и болот, функционирующие в согласованных режимах и ритмах [1]. Типичным примером, где болота тесно взаимодействуют с озерами и взаимно выполняют важные водоохраные функции, является ОБК «Корень» (рисунок 2), расположенный

в Браславском районе на водоразделе рек Густатка и Золвица и состоящий из озера, верхового и низинного болот. Запасы воды в болотах значительно превышают запасы воды в озере. В засушливое время года болота отдают, а во время паводков принимают часть воды озера, сглаживая тем самым резкие колебания ее уровня. Кроме того, болота в этом комплексе выполняют роль геохимических барьеров, задерживающих поступление с сельскохозяйственных угодий в озеро ядохимикатов, удобрений, продуктов разложения органического вещества, эрозии почв и др. Поэтому осушение приозерных болот неизбежно приведет к падению уровня, уменьшению запасов воды и ускоренному эвтрофированию озера, а в конечном итоге – к его заболачиванию и уничтожению.

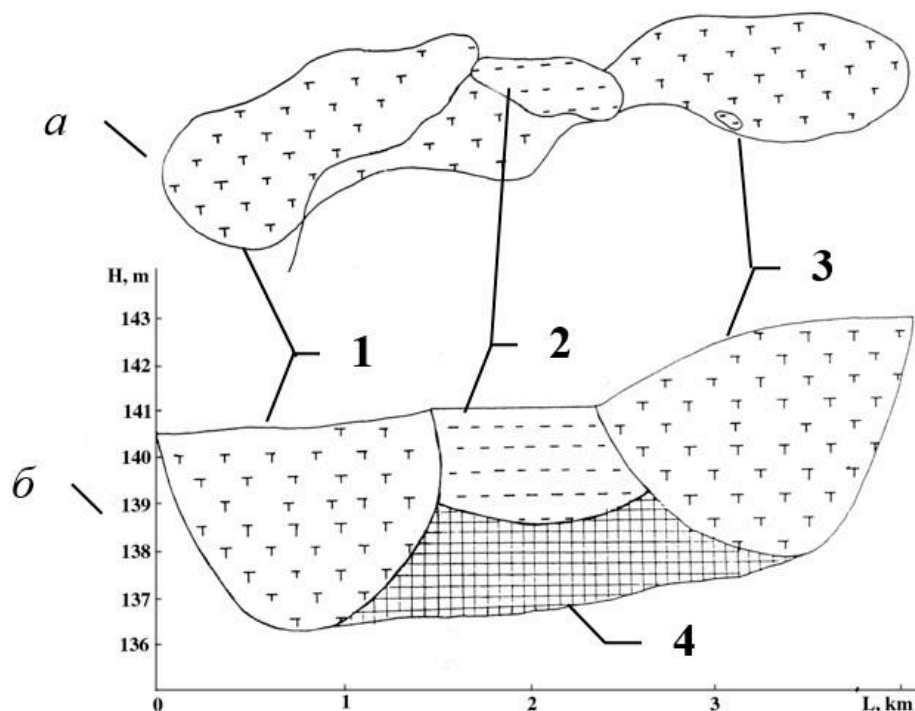


Рисунок 2 – ОБК «Корень»: а) – схема; б) – геоморфологический разрез; 1 – низинное болото Мартыновцы, площадью 238 га; 2 – озеро Корня, площадью 28 га; 3 – верховое болото Корень, площадью 166 га; 4 – сапрпель

Разнообразие сочетаний природных факторов обусловило большое разнообразие ОБК в Беларуси. Мы изучали ОБК в различных геоморфологических районах бассейна Западной Двины, в том числе Полоцкой низины, Браславской, Городокской и Витебской возвышенностей, Нарочанской и Лепельской групп озер, а также Полесья. В результате этих исследований было выявлено большое разнообразие ОБК, которое обусловлено разнообразием форм и размеров котловин, гидрологических и гидрогеологических режимов, гранулометрического и минералогического составов литологических основ и другими природными факторами.

Озерно-болотные комплексы. Прежде всего следует указать на их генетическое разнообразие. По количеству генетических центров можно выделить 3 большие группы ОБК: моногенетические, бигенетические, полигенетические, или сложные. Моногенетические ОБК имеют только один генетический центр – озеро, которое, проходя через стадию заболачивания, трансформируется в одно или несколько болот. В пределах этой группы выделяются ОБК с различными стадиями заболачивания водного зеркала. Бигенетические ОБК имеют в пределах общей площади местного водосбора два генетических центра – озеро и болото, сформировавшиеся на суходоле. Полигенетические, или сложные ОБК, имеют несколько генетических центров – озер и болот в пределах общей площади местного водосбора.

Типичными примерами моногенетических ОБК могут служить «Исполовский Мох» и «Званое» (рисунок 3 а). Расположенный в Городокском районе Витебской области (Городокская возвышенность) ОБК «Исполовский Мох», включает болото Исполовский Мох, кадастровый номер 516, площадью 70 га, низинного типа и озеро Гостбище площадью 8 га. Расположенный в Полоцком районе Витебской области (Полоцкая низина) ОБК «Званое», включает болото Званое, кадастровый номер 289, площадью 248 га, низинного типа и озеро Званое площадью 128 га.

Примерами бигенетических ОБК являются «Абухово» и «Плинтовка» (рисунок 3 б). ОБК «Абухово», расположенный в Витебском районе (Витебская возвышенность), включает болото Абухово, кадастровый номер 1230, площадью 21 га, низинного типа и озеро Абуховское площадью 10 га. ОБК «Плинтовка», расположенный

в Лепельском районе Витебской области, включает болото Плинтовка, кадастровый номер 891, площадью 37 га, низинного типа и озеро Заружено площадью 37 га.

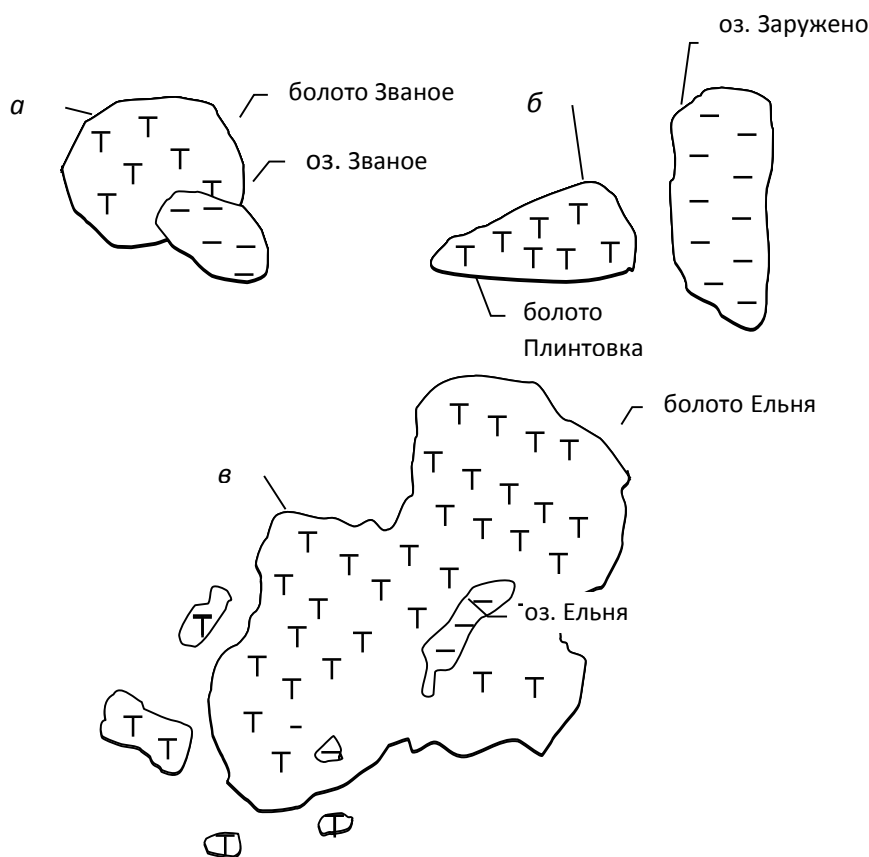


Рисунок 3 – Озерно-болотные комплексы: а) моногенетического типа (ОБК Званое); б) бигенетического типа (ОБК Плинтовка); в) полигенетического (ОБК Ельня).

Типичными примерами полигенетических, или сложных, ОБК могут служить «Швакшитский» и «Ельня» (рисунок 3 в).

ОБК «Швакшитский», расположенный в Поставском районе Витебской области (Нарочанская группа озер) включает болото Швакшитское, кадастровый номер 736, низинного типа и озера Малые и Большие Швакшты площадями соответственно 191 и 942 га.

ОБК «Ельня», расположенный в Миорском и Шарковщинском районах Витебской области, включает болота Жерствянка площадью 281 га, Ельня – 19 984 га, Концын – 75 га, Кисловское – 1 и Кисловское – 2 с площадями соответственно 202 и 1087 га. Болото Ельня (кадастровый номер 197), самое крупное в Дисненской низменности. На нем расположено около 100 больших и малых озер. Самыми крупными из них являются: Ельня (площадь 542 га, наибольшая глубина 3,5 м), Яжгина (площадь 78 га, наибольшая глубина 4,8 м), Бережа (площадь 76 га, наибольшая глубина 0,5 м), Черное (площадь 70 га, наибольшая глубина 3,7 м) и Белое (площадь 54 га, наибольшая глубина 2,0 м) [1].

Разнообразие каждой генетической группы ОБК проявляется в различиях типов болот (низинный, переходный, верховой) и озер (мезотрофные, эвтрофные, дистрофные).

Геоморфологические и морфометрические параметры еще более увеличивают разнообразие ОБК. Так, они могут отличаться степенью заболоченности водосборов (от 0 до 100 %), длиной линии соприкосновения озер и болот (от 0 до 100 %), соотношениями площадей озер и болот в пределах ОБК, соотношениями объемов воды в озерах и болотах, а также взаимным расположением озер и болот в рельефе.

Исходя из генетического и геоморфологического разнообразия, ОБК можно классифицировать по следующим направлениям:

- по количеству генетических центров;
- по геоморфологическим признакам;
- по генетическим типам озер и болот.

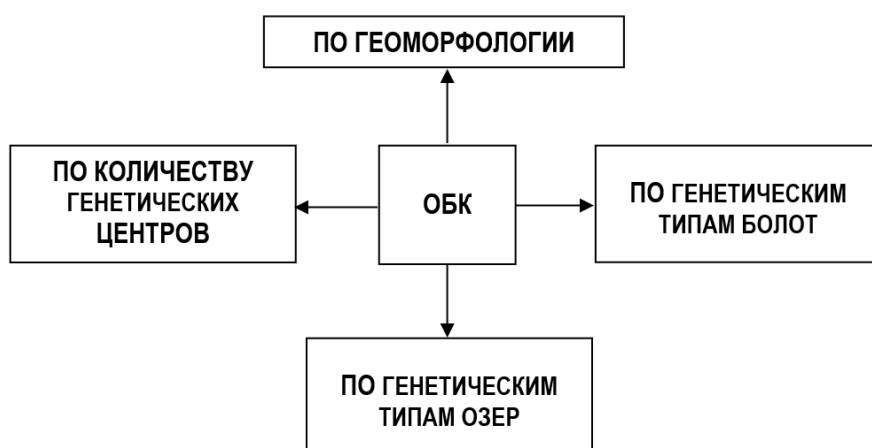


Рисунок 4 – Принципы классификации ОБК

Схема основных направлений классификации ОБК представлена на рисунке 4. В свою очередь в генетическом разнообразии ОБК по количеству генетических центров можно выделить три вышеназванные большие группы, которые подразделяются на подгруппы (рисунок 5).

Настоящая работа является одной из попыток систематизации ОБК. В частности, предлагается классификация ОБК по количеству генетических центров (рисунок 5).

Независимо от количества генетических центров озера и болота в пределах каждого ОБК имеют общий гидрологический режим.

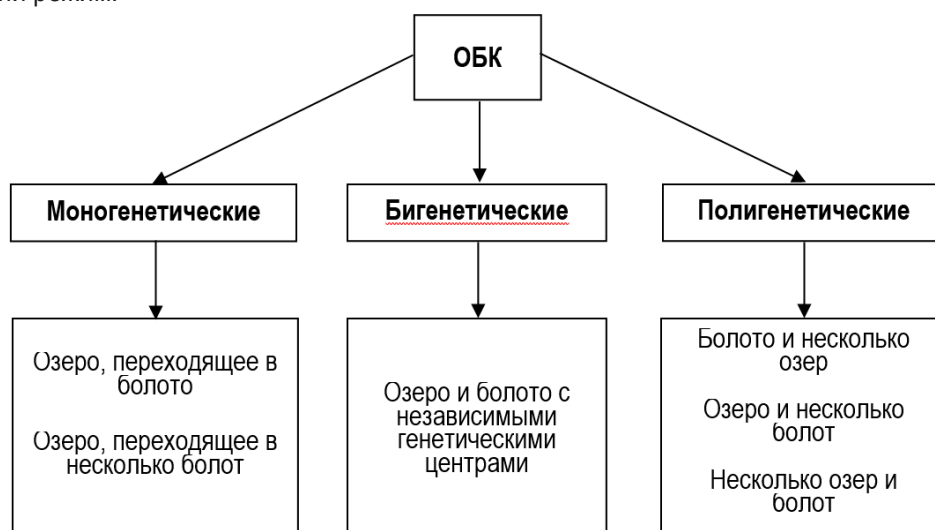


Рисунок 5 – Классификация ОБК по количеству генетических центров

Принципиально важно, что независимо от генезиса вследствие общности физико-географических процессов в пределах каждого ОБК антропогенная дестабилизация хотя бы одного из его компонентов неизбежно ведет к дестабилизации других компонентов и всего комплекса в целом. Так, антропогенная дестабилизация природного водного режима ТМ Освейское и оз. Освейское, являющихся частями одноименного ОБК, привела к напряженной экологической ситуации, итогом которой является ускоренное заболачивание второго по величине озера в республике. Для улучшения экологической обстановки на Освейском ОБК необходимы экскавация сапропеля, очистка зеркала озера от плавающих сплавинных островов, закрепление береговых сплавин и восстановление болотообразовательного процесса на осушенных приозерных торфяных месторождениях, а также прекращение сброса в озеро неочищенных стоков г.п. Освея.

Хозяйственная деятельность на торфяных месторождениях дестабилизировала даже такие крупные ОБК в Беларуси, как Елья и Булев Мох–Червоное. Последний относится к наиболее деградированным ОБК, дестабилизирующим биосферные процессы на большой территории из-за интенсивного многолетнего антропогенного воздействия на все компоненты комплекса: озеро Червоное, ТМ Булев Мох и водосборную площадь. Основными антропогенными воздействиями на ОБК являются мелиорация, добыча торфа, удаление лесостариковой растительности, загрязнение вод. Такой антропогенный пресс весьма типичен для многих ОБК, поэтому основные принципы и методы восстановления этого ОБК в общем будут справедливы и для других деградирующих ОБК. Вместе с тем при восстановлении биосферных и хозяйственных функций каждого конкретного антропогенно

нарушенного ОБК в обязательном порядке должен соблюдаться индивидуальный подход при разработке конкретных мероприятий, учитывающий специфические особенности и условия каждого ОБК: генезис, гидрологию, гидрогеологию, морфологию, специфику антропогенных воздействий и др.

Антропогенная дестабилизация северо-восточной части ТМ Ельня, вызванная строительством осушительной сети для организации добычи торфа, создает угрозу естественному функционированию крупнейшего в регионе гидрологического заказника, имеющего около 100 озер и выполняющего также функцию по сохранению биоразнообразия общепланетарного масштаба. Для устранения антропогенной дестабилизации ОБК Ельня и восстановления естественного режима его функционирования необходимо прекратить сброс воды путем создания перемычек на водопроводящих каналах осушительной сети.

Особенно широким распространением ОБК характеризуется Белорусское Поозерье. К сожалению, практически полное отсутствие научных знаний об ОБК и непонимание механизмов их функционирования специалистами проектных и производственных организаций привело к осушению и последующей разработке ряда ТМ, входящих в состав ОБК, с сильным негативным воздействием на экосистемы соответствующих озер. Длительное время при проектировании и разработке ТМ и осушительной мелиорации болот для сельского хозяйства не учитывалось существование в природе болотных комплексов, а торфяные залежи рассматривались вне связи с окружающими территориями, что нередко приводило к негативным экологическим последствиям. Поэтому важной и нерешенной проблемой является организация научно обоснованного природопользования в границах ОБК. Во избежание негативных экологических последствий ТМ, входящие в состав ОБК, должны сохраняться в естественном состоянии. Не менее важным является сохранение водности и чистоты озер, а также установление щадящего режима природопользования на местных водосборах ОБК.

В целях принятия квалифицированных решений по организации биосферно совместимого природопользования на ОБК следует составить их полный перечень и карту, а также разработать производственно-генетическую и эколого-генетическую классификации.

Пойменно-болотные комплексы. Этот тип болотных комплексов занимает территории в долинах рек, на которых сформировались болота, чередующиеся и взаимодействующие с незаболоченными повышенными участками пойм. Типичные пойменно-болотные комплексы сформировались в долинах очень многих рек Беларуси, например Днепра, Припяти, Березины, Бобрика, Дитвы, Ясельды, Свислочи, Щары и др.

Обычно пойменно-болотные комплексы представлены чередующимися мокрыми лугами и болотами с многочисленными старичными озерами и кустарниками. Такие ландшафты представляют собой идеальные местообитания для водно-болотных птиц, поэтому неслучайно самые большие их миграционные пути пролегают по территории Беларуси вдоль Днепра и Припяти.

Осушение пойменно-болотных комплексов и создание на них польдерных систем коренным образом изменяют природные ландшафты и означают полное уничтожение местообитаний болотного и околотового биоразнообразия.

Заключение

Озерно-болотные комплексы представляют собой природные системы разной сложности и общности, включающие озера, болота и склоны местных водоразделов; они обладают известной общностью гидрологического режима, физико-географических процессов и оказывают взаимное влияние друг на друга.

Антропогенное вмешательство в один из компонентов озерно-болотных и пойменно-болотных комплексов оказывает негативное дестабилизирующее влияние на остальные их компоненты.

В зависимости от количества генетических центров на территории Беларуси сформировались моногенетические, бигенетические и полигенетические или сложные озерно-болотные комплексы.

Во избежание негативных экологических последствий следует сохранять естественный гидрологический режим всех торфяных месторождений, входящих в состав озерно-болотных и пойменно-болотных комплексов. Не менее важным является установление щадящего режима природопользования на местных водосборах болотных комплексов.

Список использованных источников

1. Бамбалов, Н.Н. Особенности озерно-болотных комплексов как природных геосистем / Н.Н. Бамбалов, В.А. Ракович // Природные ресурсы. – 1997. – № 2. – С. 122–125.
2. Тановицкий, И.Г. Антропогенные изменения торфяно-болотных комплексов / И.Г. Тановицкий, Ю.М. Обуховский. – Минск, 1988. – 165 с.

FUNCTIONING FEATURES OF WET COMPLEXES V.A. RAKOVICH

The results of the classification and functioning of lake-mire and floodplain-mire complexes are presented. It is shown that they function in the same regimes and rhythms. Anthropogenic intervention in one of the components of the mire complexes has a destabilizing negative impact on other components. In order to avoid negative environmental consequences, the natural hydrological regime of all peat deposits that are part of lake-mire and floodplain-mire complexes should be preserved.

УДК [911.3:314] (476.7)

ДЕМОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ПОЛЕСЬЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВВ. (НА ПРИМЕРЕ СТОЛИНСКОГО РАЙОНА)

А.А. Сидорович

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В статье представлены результаты экономико-географического исследования демографического развития Столинского района за период 1959–2019 гг. на основе данных переписей и текущего учета рождаемости и смертности. Определена структура факторов динамики численности населения за межпереписные периоды. Установлена исключительная роль миграционной убыли в сокращении демографического потенциала района за весь анализируемый период. Устойчивая тенденция естественной убыли, установившаяся с 1998 г., определила обострение демографической ситуации в регионе.

Ключевые слова: Столинский район, демографическое развитие, миграция, Полесье

Введение

Полесье как историко-культурный и физико-географический регион, характеризующийся значительной заболоченностью и лесистостью территории, отличается крупноселенной формой сельского расселения. Это обстоятельство предопределяет решающую роль сельской местности в структуре населения и экономики полесских районов. Однако данные районы находятся на значительной удаленности от основных экономических центров страны и по сравнению с другими регионами обладают более низким уровнем развития индустриальной базы и транспортной инфраструктуры, что предопределяет интенсивный миграционный отток населения в условиях глобализации и развития элементов рыночной формы функционирования национальной экономики. Необходимость сохранения региональной идентичности, местных традиций и культуры, обеспечение устойчивого социально-экономического развития определяют актуальность изучения демографического развития данных районов. К числу последних относится и Столинский район Брестской области, отличающийся значительным миграционным оттоком населения и относительно высоким уровнем рождаемости.

Целью данного исследования является оценка факторов динамики демографического потенциала Столинского района как типичного полесского района во второй половине XX – начале XXI вв. В качестве ключевых методов исследования использованы методы пространственного анализа, социально-экономической статистики, картографический. Информационную базу исследования составили данные переписей населения 1959, 1970, 1979, 1989, 1999, 2009, 2019 гг. о численности и половозрастной структуре населения, а также данные текущего учета населения за период 1959–2019 гг.

Результаты исследования

По численности населения Столинский район занимает 2-е место из 16 административно-территориальных районов Брестской области, уступая лишь Кобринскому району. По данным переписи 2019 г. в районе проживало 72,2 тыс. человек, что сопоставимо с численностью населения Жабинковского, Ляховичского и Малоритского районов, вместе взятых. С момента проведения первой послевоенной переписи населения 1959 г. число жителей района сократилось на 27 %. Большая интенсивность депопуляционных процессов наблюдается в семи районах Брестского региона – Барановичском, Дрогичинском, Ивановском, Каменецком, Ляховичском, Пинском и Пружанском, убыль населения в которых находится в пределах от 39 % до 64 % (рисунок 1).

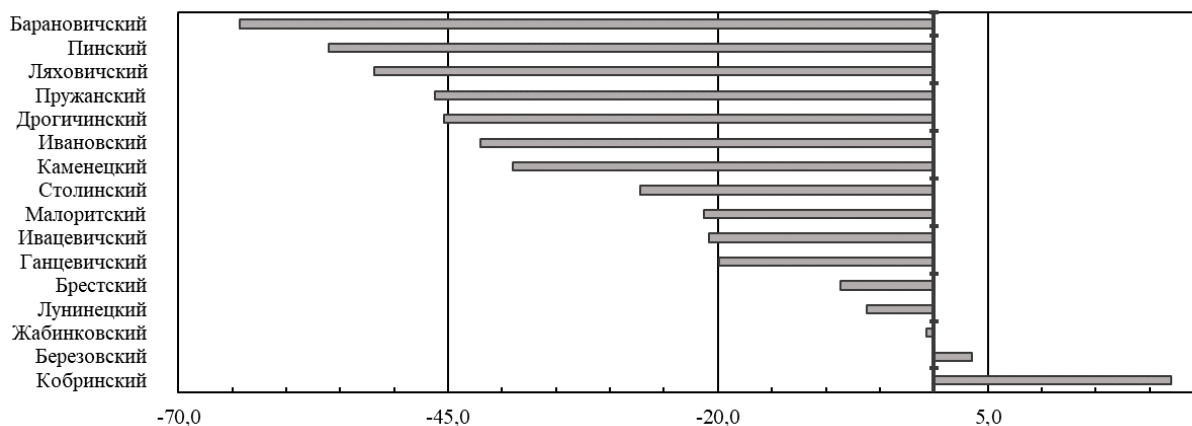


Рисунок 1 – Динамика численности населения административно-территориальных районов Брестской области в 1959–2019 гг., % [1]

Вместе с тем Столинский район является наименее урбанизированным административно-территориальным районом Брестского региона без учета районов с центрами в городах областного подчинения. Уровень урбанизации в районе по итогам переписи населения 2019 г. составил 34,3 % против 15,2 % в 1959 г. За данный период имели место разнонаправленные тенденции динамики городского и сельского населения. Если численность горожан увеличилась на 65 %, то численность жителей сельских населенных пунктов сократилась на 44 %. Анализ динамики демографического потенциала городских поселений Столинского района свидетельствует о крайне важной роли выполнения административно-управленческой функции районного центра в формировании вектора демографического развития [2]. Так, после воссоединения Западной Беларуси с БССР осенью 1939 года и последующего введения районного административного устройства в январе 1940 г. были образованы Столинский и Давид-Городокский районы. Однако в результате проведения административной реформы по укрупнению административно-территориальных районов в январе 1961 г. Давид-Городокский район был упразднен и по большей части включен в состав Столинского района с центром в г. Столине [3]. Численность населения г. Давид-Городка на момент упразднения одноименного района более чем в полтора раза превышала людность г. Столина. В результате утраты статуса районного центра г. Давид-Городок в 1975 г. уступил по числу жителей действующему районному центру. За период 1960–2019 гг. число жителей г. Столина выросло почти в 2,5 раза при сокращении на 1/3 численности населения г. Давид-Городка.

В целом в демографическом развитии Столинского района во второй половине XX – начале XXI вв. можно выделить четыре периода: 1) период роста численности населения (1960-е гг.); 2) период снижения численности населения (1970–1980-е гг.); 3) период относительной стабилизации населения (1990-е гг.); 4) период интенсивной депопуляции (2000–2010-е гг.) (рисунок 2).

В течение 1960-х гг. численность населения Столинского района ежегодно увеличивалась в среднем на 0,3 %, а общий абсолютный прирост за весь период составил 3,1 тыс. человек. Общее увеличение численности населения за этот период было обусловлено исключительно естественным приростом (17,7 тыс. чел.), который также компенсировал отрицательное миграционное сальдо в объеме 14,6 тыс. человек. В этот период в шести километрах на юго-запад от Столина в д. Речица был введен в строй агрокомбинат (1961 г.) и начато возведение комбината строительных материалов (открыт в 1970 г.) [4]. В 1961 г. на месте деревни был образован рабочий поселок Речица с населением 2,4 тыс. человек [5]. К концу 1980-х гг. людность р. п. Речицы возросла почти в 3 раза и достигла 7 тыс. человек с последующим снижением до 5,8 тыс. человек, сровнявшись по численности населения с г. Давид-Городком.

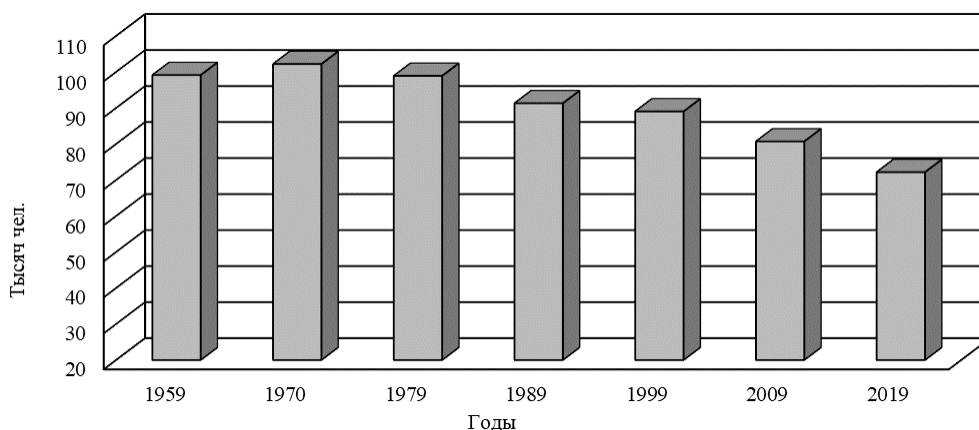


Рисунок 2 – Динамика численности населения Столинского района в 1959–2019 гг., тыс. человек [сост. по 6]

В последующие два десятилетия (1970–1980-е гг.) в регионе наблюдалось снижение численности населения на 0,6 % в год. В этот период незначительно усилился миграционный отток населения при одновременном почти двукратном снижении естественного прироста. Ежегодно число выбывших превышало число прибывших на 1,5 тыс. человек, а превышение числа родившихся над числом умерших составляло 0,9 тыс. человек. В целом следует отметить тенденцию нарастания миграционного оттока, который удалось несколько смягчить благодаря строительству Столинского молочного завода (1972), Давид-Городокского электромеханического завода (1976), птицефабрики «Западная» (1977, д. Высокое), открытию Столинского государственного профессионального лицея сельскохозяйственного производства (1982) [4]. В демографическом отношении этот период оказался менее благоприятным в сравнении с другими районами области. В послевоенное время в целом наблюдалось интенсивное индустриальное строительство и в большинстве районов создавались крупные промышленные предприятия. Например, Березовская ГРЭС в г. Белоозерске Березовского района, мясоконсервный и сыро-

дельный комбинаты в г. Березе, инструментальный завод и завод агропромышленного машиностроения в г. Кобрине и др. [1]. Во второй половине 1980-х гг. негативным фактором устойчивого демографического развития региона выступали прямые и косвенные последствия аварии на Чернобыльской АЭС [7]. Прямые последствия связаны с переселением населения из населенных пунктов, подвергшихся сильному радиационному загрязнению территории, а также с непосредственным вредом, нанесенным здоровью местного населения. К числу основных косвенных последствий следует отнести радиофобные настроения, определившие трансформацию репродуктивного поведения в сторону отказа или перенесению деторождений на более поздний срок.

Период относительной стабилизации населения (1990-е гг.) характеризуется снижением среднегодовых темпов убыли населения до 0,2 %. Начало данного периода ознаменовалось кардинальными общественно-политическими изменениями, обусловленными распадом СССР и нарушением социально-экономических связей между странами. В некоторой степени это замедлило миграционные потоки в направлении «село-город» [8]. С учетом того, что сельские жители составляли около 3/4 всего населения Столинского района, это во многом смягчило демографическую ситуацию в этот период. Кроме того, обеспечение суверенитета ввиду приграничного положения района требовало формирования таможенных и пограничных служб, в результате чего, в частности, было осуществлено кадровое обеспечение пункта пропуска «Верхний Теребежов», пункта таможенного оформления «Горынь», пограничного отряда и пограничной комендатуры «Речица». Отрицательное миграционное сальдо в 1990-е гг. снизилось до 0,4 тыс. человек в год. Все эти факторы в совокупности определили четырехкратное снижение отрицательного миграционного сальдо, которое, как и в предыдущие два десятилетия, не перекрывалось естественным приростом населения. Однако уже с 1998 года в районе установилась устойчивая тенденция превышения числа умерших над числом родившихся (рисунок 3).

Начало XXI в. в контексте демографического развития характеризуется обострением демографической ситуации, во многом обусловленным половозрастными деформациями как результатом демографических процессов в предыдущие десятилетия. В этот период среднегодовые темпы снижения численности населения достигли 1,1 %, что было обусловлено увеличением разрыва между численностью выбывших и прибывших мигрантов до 0,7 тыс. человек в среднем за год и установлением устойчивой естественной убыли (рисунок 4).

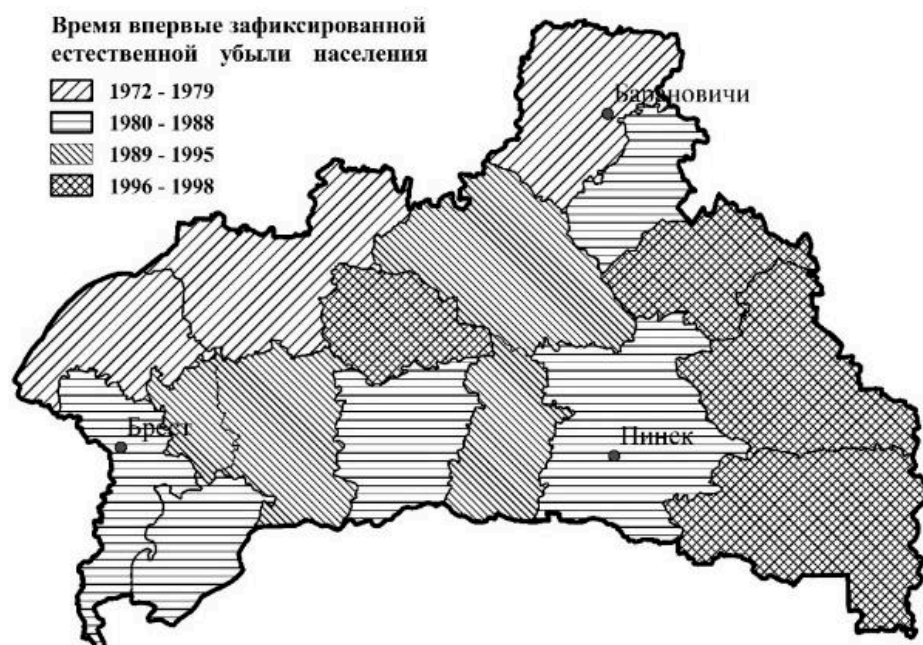


Рисунок 3 – Период регистрации естественной убыли населения в административно-территориальных районах Брестской области [9] без учета городов областного подчинения

Качественным отличием данного периода от предыдущих выступает совпадение векторов миграционного и естественного движения населения, направленных на уменьшение общей численности населения. Однако миграционный фактор, начиная с 1970-х гг., является доминирующим в общей убыли населения, а до 2000-х гг. даже перекрывал естественный прирост населения. В 2000–2010-е гг. соотношение вклада миграционного фактора и фактора естественной убыли населения имело пропорцию 9:1.

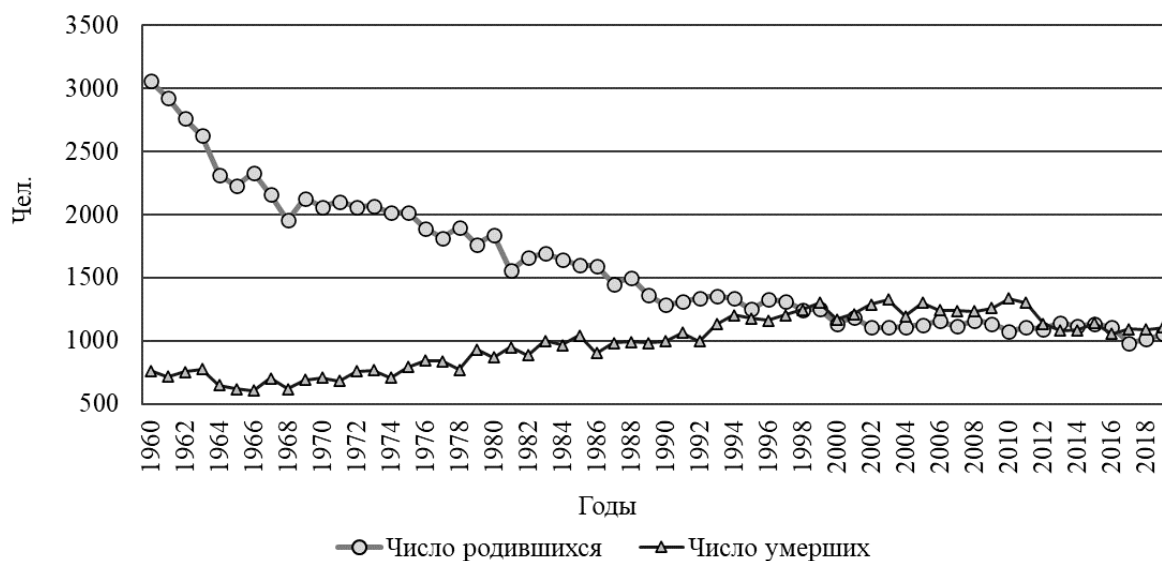


Рисунок 4 – Динамика числа родившихся и умерших в Столинском районе в 1960–2019 гг. [сост. по 10]

Абсолютная убыль населения достигла 16,7 тыс. человек, или около 20 % в относительном выражении. На первые два десятилетия XXI в. пришлось 2/3 потерь демографического потенциала района за весь период с 1959 г. Трансформация репродуктивного поведения во второй половине XX – начале XXI вв. привела к снижению числа деторождений и уровня рождаемости. Число родившихся в 2000–2010-е гг. сократилось почти в два раза по сравнению с 1960–1970-ми гг. Как следствие, в 1960-е гг. в Столинском районе родилось детей больше, чем за период 2000–2019 гг. Общий коэффициент рождаемости снизился с 30 ‰ в 1960 г. и 20 ‰ в 1970 г. до 15 ‰ в 2019 г. Самый низкий уровень рождаемости был отмечен в 2002 г. – 12,7 ‰. Вместе с тем с 1960 г. практически двукратно вырос общий коэффициент смертности – с 7,5 ‰ до 15,3 ‰. В первую очередь неблагоприятные тренды в естественном движении населения обусловлены деформацией половозрастной структуры населения в сторону увеличения доли лиц старших возрастных групп и трансформацией репродуктивного поведения, ориентированного на идею «чайлдфри» (отказ от рождения детей) либо рождение лишь одного ребенка.

Заключение

Столинский район характеризуется устойчивой тенденцией сокращения демографического потенциала. Проведенное исследование свидетельствует, что за весь анализируемый период 1959–2019 гг. сокращение численности населения района было полностью обусловлено миграционным оттоком населения. Прирост численности населения имел место лишь в первый послевоенный межпереписной период 1959–1970 гг., когда численность населения Столинского района увеличилась на 3 % за счет естественного прироста, компенсировавшего отрицательное миграционное сальдо. В последующие межпереписные периоды 1970–1979, 1979–1989 и 1989–1999 гг. при сохраняющемся естественном приросте населения наблюдалось общее сокращение численности населения за счет интенсивной миграционной убыли. С 1998 г. в районе установилась устойчивая тенденция естественной убыли населения, которая усугубила демографическое развитие района. В межпереписной период 1999–2009 и 2009–2019 гг. миграционный отток населения определял соответственно 86 % и 93 % общей убыли населения Столинского района. В то же время на естественную убыль пришлось 14 % и 7 % сокращения численности населения района. Следовательно, первоочередные меры по стабилизации и улучшению демографической ситуации в районе должны базироваться на решении проблемы миграционного оттока населения. Основная задача заключается в создании конкурентноспособных и благоприятных условий для проживания, трудоустройства и самореализации.

Исследование выполнено в рамках задания ГПНИ на 2021–2025 гг. (№ ГР 20211332) при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь.

Список использованных источников

1. Сидорович, А.А. Демографические предпосылки реализации потенциала внутреннего водного туризма белорусско-польского пограничья (на примере Каменецкого района) / А.А. Сидорович // Туристический и природный потенциал водных объектов белорусско-польского пограничья: материалы науч.-практ. конференции, Брест, 30–31 октября 2020 г. / Гл. ред. Н.В. Михальчук. – Брест : Альтернатива, 2020. – С. 143–146.
2. Красовский, К.К. Урбанистическая эволюция Беларуси : монография / К.К. Красовский. – Брест : БрГУ имени А.С. Пушкина, 2009. – 237 с.

3. Сборник законов Белорусской ССР и указов Президиума Верховного Совета Белорусской ССР / Сост. Е.Я. Бурдзевецкий [и др.]. – Т. 3 : 1938–1975 гг. – Минск : Президиум Верховного Совета БССР, 1976. – 349 с.
4. Информационный ресурс органов архивного дела и делопроизводства и системы государственных архивных учреждений Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://archives.gov.by> – Дата доступа: 27.09.2021.
5. Сидорович, А.А. Формирование современной сети городских поселений Беларуси / А.А. Сидорович // Весці БДПУ. Серыя 3. Фізіка. Матэматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2021. – № 3 (109). – С. 22–31.
6. Перепись населения, 2009 : в 7 т. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол. : В. И. Зиновский (председатель) [и др.]. – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2010–2011. – Т. 2. : Население Республики Беларусь : его численность и состав, 2010. – 414 с.
7. Сидорович, А.А. Геодемографическая оценка масштабов скрытой миграции в Беларуси по данным переписей населения 1989–2019 гг. / А.А. Сидорович // Весці БДПУ. Серыя 3. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2021. – № 1 (107). – С. 60–67.
8. Сидорович, А.А. Миграционный фактор региональной трансформации демографического пространства Беларуси в конце XX – начале XXI вв. / А.А. Сидорович, Т.Н. Сидорович, А.И. Ильютчик // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2021. – № 2. – С. 87–95.
9. Сидорович, А.А. Естественное движение населения Брестской области во второй половине XX – начале XXI вв.: территориальные и структурные аспекты / А.А. Сидорович // Весці БДПУ. Серыя 3. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Геаграфія. Біялогія. – 2018 – № 3. – С. 38–46.
10. Фондовые материалы Главного статистического управления Брестской области / Главное статистическое управление Брестской области. – Брест. – 2021.

DEMOGRAPHIC DEVELOPMENT OF THE POLESIE REGION IN THE SECOND HALF OF THE XX – BEGINNING OF THE XXI CENTURIES (BY THE EXAMPLE OF STOLIN DISTRICT)
A.A. SIDAROVICH

The article presents the results of an economic and geographical study of the demographic development of the Stolín region for the period 1959–2019, based on census data and current records of birth and death. The structure of population dynamics factors for the intercensal period is determined. The exceptional role of migration loss in reducing the demographic potential of the region for the entire analyzed period has been established. The steady trend of natural decline, which has been established since 1998, has determined the aggravation of the demographic situation in the region.

УДК 504.455.06(1/9)

ОЦЕНКА МИНЕРАЛИЗАЦИИ И БИОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД ВОДОХРАНИЛИЩА СТАЙКИ

М.И. Струк, С.Г. Живнач

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Представлена оценка экологического состояния водосборного бассейна водохранилища Стайки. Определены расположенные в его пределах основные источники загрязнения вод. Установлены уровни минерализации и биогенного загрязнения вод водохранилища и реки, на которой оно построено, выше и ниже водохранилища. Предложены водоохранные меры по снижению загрязнения.

Ключевые слова: водохранилище, водосборный бассейн, минерализация, биогенные вещества, загрязнение.

Введение

Развитие крупного города сопровождается вовлечением в использование для его нужд не только собственно городских, но и пригородных водных объектов. Они выступают источниками водоснабжения города, а также образуют природно-ресурсную основу формирования мест массового отдыха и оздоровления его жителей.

На пригородной территории Минска все объекты подобного рода представлены водохранилищами. Эффективность выполнения ими водохозяйственной и рекреационной функций в решающей степени зависит от качества их вод.

Проводившиеся ранее исследования показали, что основной проблемой указанных водоемов является их антропогенное эвтрофирование, обусловленное избыточным поступлением в эти водоемы биогенных веществ – соединений азота и фосфора. Оно вызывает «цветение» воды в короткий период купального сезона и ухудшение ее качества.

Водохранилище Стайки относится к числу пригородных водоемов рекреационного назначения. Оно построено на р. Тростянке в 1975 г. и располагается в юго-восточном направлении от города в непосредственной близости от его границ, чем объясняется высокая значимость данного водохранилища для отдыха и оздоровления городского населения.

Оценка экологического состояния водохранилища Стайки уже находила отражение в выполнявшихся разработках, посвященных пригородным водоемам [1-3]. Вместе с тем для обоснования водоохранных мер по улучшению данного состояния она нуждается в дополнении, чем объясняется актуальность проведенного исследования.

Цель работы – оценить минерализацию и биогенное загрязнение водохранилища Стайки и обосновать направления водоохранной деятельности по его снижению.

Задачи:

- оценить экологическое состояние водосборного бассейна водохранилища как фактора его химического загрязнения;
- оценить степень минерализации и биогенного загрязнения вод водохранилища;
- обосновать выбор водоохранных мер.

Методы и объекты исследования

Методическую основу исследования составило применение бассейнового подхода в сочетании с методикой гидрохимической оценки водоемов. Использованы 2 оценочных критерия, отражающие, соответственно, гидрохимическое состояние вод и их загрязнение по каждому из биогенных веществ-загрязнителей.

В первом случае определялась общая минерализация вод в сопоставлении с типичными для водоемов Беларуси ее характеристиками, во втором – проводилось сравнение концентрации в воде четырех веществ: нитратов, нитритов, азота аммонийного и фосфора фосфатов с показателями их ПДК, установленными для водоемов рыбохозяйственного назначения, а также экологическими нормами как более точно отражающими предпосылки развития процесса эвтрофирования.

Фактическую основу исследования составили данные, полученные авторами в результате полевых изысканий, проведенных во все сезоны года в период с 2009 по 2021 гг. Водные пробы отбирались в самом водохранилище, а также в реке выше и ниже его.

Результаты исследований

Экологическое состояние водосборного бассейна. На химический состав вод водохранилища оказывают влияние две группы факторов: внутренние и внешние. Первые из них связаны с его гидрологическими параметрами, вторые – с экологическим состоянием водосборного бассейна.

В составе гидрологических параметров водохранилища наиболее значимыми являются его площадь и объем воды, а также проточность и глубина. Площадь водохранилища Стайки составляет 10 га, объем воды –

0,33 млн. м³. По этим показателям оно является самым малым среди пригородных водоемов Минска, а следовательно, и наиболее уязвимым к загрязнению.

Средняя глубина рассматриваемого водохранилища – 3,3 м, что сопоставимо с другими пригородными водоемами. Проточность является очень высокой – водообмен происходит 40 раз в году. Соответственно, предпосылки выноса загрязняющих веществ благоприятны.

Река Тростянка, на которой построено водохранилище, является левым притоком р. Свислочи и относится к категории малых. Ее протяженность до нижнего бьефа составляет около 7 км. Площадь водосборного бассейна – 86 км².

Малые реки обычно дренируют только верхний водоносный горизонт четвертичных отложений. Поэтому их режим и гидрохимическое состояние в решающей степени зависят от местного водосбора. Такая же зависимость, очевидно, будет присуща и построенным на этих реках искусственным водоемам, в том числе и водохранилищу Стайки.

Для оценки экологического состояния водосборного бассейна указанного водохранилища рассмотрено его ландшафтное строение и хозяйственное использование. От этих характеристик зависят источники загрязняющих веществ и каналы их поступления в водные объекты.

Ландшафтную структуру указанного бассейна формируют 3 типа ландшафтов различных высотных уровней: возвышенные камово-моренно-эрозионные с дерново-слабоподзолистыми супесчаными и песчаными почвами, средневысотные вторичные водно-ледниковые с дерново-слабоподзолистыми песчаными почвами и низинные пойменные с дерново-глееватыми и торфяно-болотными почвами. Преобладает второй из названных типов ландшафтов, на долю которого приходится 73 % площади, первого – 15, третьего – 12 %.

В соответствии с приведенной ландшафтной структурой, в которой доминируют средневысотные ландшафты, территория в целом характеризуется умеренной устойчивостью к эрозии почв и загрязнению грунтовых вод [4]. Рассчитанный для нее показатель потенциального смыва почв составляет 3,5 т/га, что свидетельствует о слабой степени проявления эрозионных процессов и сравнительно невысокой опасности поступления почвенных частиц в водные объекты.

Слагающие территорию ландшафты в основном удобны для сельскохозяйственного использования по своим геоморфологическим свойствам – равнинному характеру рельефа, а также благоприятному водному режиму почв. Как следствие в структуре ее землепользования доля сельскохозяйственных земель является довольно высокой, достигая 47 %. Очень высоким уровнем характеризуется также застроенность территории – 30 %. Объясняется это в значительной мере размещением почти половины ее площади (45 %) в пределах г. Минска. Лесистость территории, наоборот, низкая – 22 %.

Представленная структура землепользования свидетельствует о высокой степени хозяйственного освоения водосборного бассейна. В его пределах можно выделить 3 основные источники биогенного загрязнения водоемов:

- поверхностный сток с застроенных земель и техногенных объектов г. Минска, а также сельских поселений;
- поверхностный и подземный сток с сельскохозяйственных (особенно пахотных) земель;
- подземный сток со стороны полигона бытовых отходов «Тростенец».

Первые 2 источника имеют площадной характер, третий – локальный. Влияние последнего связано с формированием вокруг него подземной гидрохимической аномалии, в состав которой входят и биогенные вещества [5, 6].

Минерализация и биогенное загрязнение вод. Водоохранилище Стайки отличается самой высокой минерализацией вод среди пригородных водоемов Минска. На протяжении всего периода наблюдений ее уровень изменялся от минимального значения – 521,7 мг/дм³ в 2009 г. до максимального – 790,0 мг/дм³ в 2014 г., при средней величине за 2009-2020 гг. – 649,1 мг/дм³, что примерно в 2 раза выше аналогичных показателей остальных водоемов.

Повышенной минерализацией характеризуется также вода в питающей водохранилище р. Тростянке, где ее среднее значение составило 761,7 мг/дм³, причем минерализация воды в реке постоянно была выше, чем в водохранилище. В реке ниже водохранилища минерализация воды снижалась. Ее среднее значение за 2009–2020 гг. составило 659,3 мг/дм³, что на 16 % меньше, нежели выше водохранилища и свидетельствует об его опресняющей роли.

На протяжении рассмотренного периода стабильно проявлялась внутригодовая динамика общей минерализации: от наибольшей – зимой до наименьшей – летом. Более высокая минерализация в зимний период соответствует гидрохимическому режиму озер Беларуси [7].

Отличительной особенностью водохранилища Стайки является нетипичное для пригородных водоемов соотношение концентраций основных ионов, что определяет изменение типа вод на хлоридно-гидрокарбонатный натриевый в отличие от типичного для остальных водоемов гидрокарбонатного кальциевого и позволяет судить об антропогенной трансформации их химического состава. Наибольшей концентрации (в мг-экв), как и во всех водоемах, достигают ионы НСО₃⁻, но в отличие от других водоемов среди катионов преобладают ионы

Na⁺, а не Ca²⁺. В 84 % проб в водохранилище и в 80 % в реке выше водохранилища среди катионов на первом месте находились ионы Na⁺. В остальных случаях ионы Na⁺ располагались на втором месте после ионов Ca²⁺.

Кроме того, в водах водохранилища Стайки и реки Тростянки выше и ниже водохранилища за весь период наблюдений отмечено повышенное содержание хлоридов (без превышения ПДК) и их более высокие концентрации, чем сульфатов (превышение до 20 раз), что не соответствует естественному гидрохимическому режиму водохранилищ [8] и отражает высокую степень антропогенных воздействий на водоем. Свой вклад в такие воздействия, очевидно, вносят воды поверхностного стока с городской территории. Им присущи высокие концентрации ионов Na⁺ и Cl⁻, которые образуются в результате применения противогололедных смесей [9].

Существенным источником подобного рода воздействий выступает также полигон бытовых отходов "Тростенец". Для оценки его влияния было выполнено обследование химического состава вод канала, непосредственно граничащего с территорией этого полигона и впадающего в р. Тростянку. Установлено более высокое содержание основных ионов в воде канала, которое сопоставимо по величинам с их концентрациями в подземных водах в районе размещения полигона. Так, по хлоридам оно превышает показатель реки в 2,1, а по натрию – в 3,6 раза (рисунок 1).

Ниже впадения канала в р. Тростянку происходит трансформация химического состава речных вод. В этом составе начинают преобладать ионы натрия над ионами кальция. В последующем такое соотношение сохраняется, распространяясь на само водохранилище и реку ниже его.

Для оценки загрязнения водохранилища и р. Тростянки по показателю общей минерализации вод и отдельным биогенным веществам выполнены расчеты их средних концентраций и проведено сопоставление полученных данных с показателями ПДК. Кроме того для самого водохранилища как основного водного объекта, который предназначен для рекреационного использования, определена частота случаев превышения ПДК.

Общая минерализация вод, хотя и является повышенной, в большинстве мест отбора проб остается ниже ПДК (рисунок 2). Исключение составляет впадающий в реку канал, где она превышает ПДК в 1,7 раза.

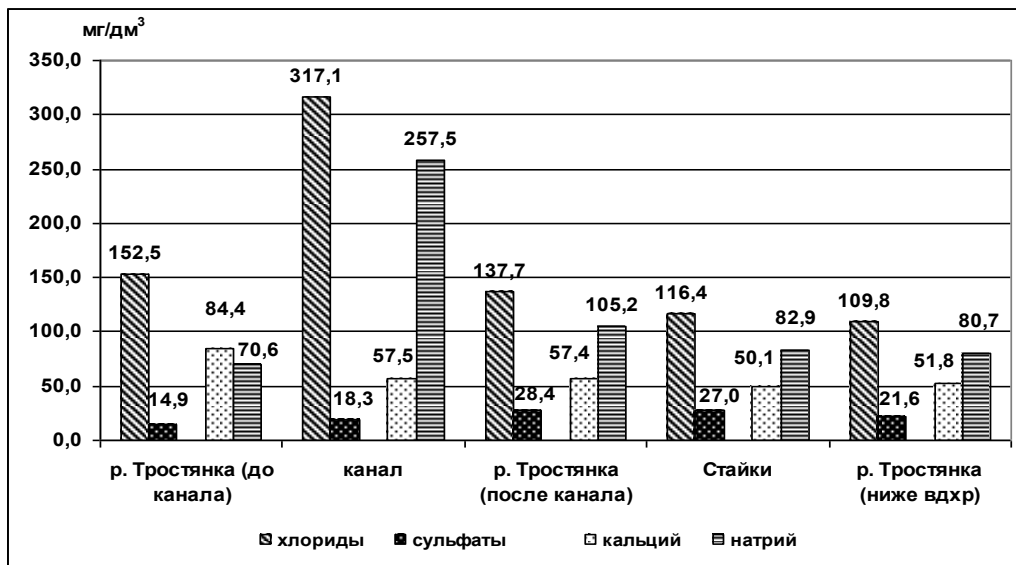
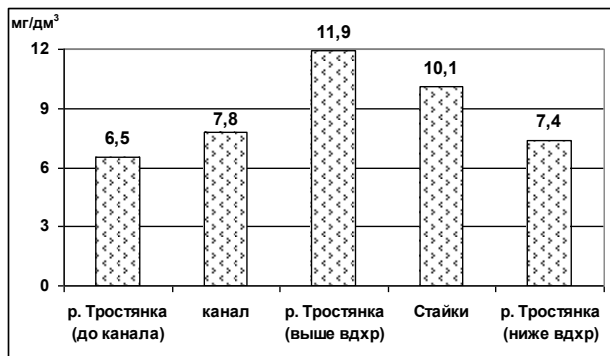


Рисунок 1 – Среднегодовые концентрации основных ионов в водохранилище Стайки и р. Тростянке

Из четырех биогенных веществ по двум из них (нитраты и фосфор фосфатов) концентраций, выше ПДК не отмечается ни в одном из пунктов отбора проб. В водохранилище эти концентрации меньше ПДК по нитратам в 4 раза, по фосфору фосфатов – в 6 раз.



а)



б)

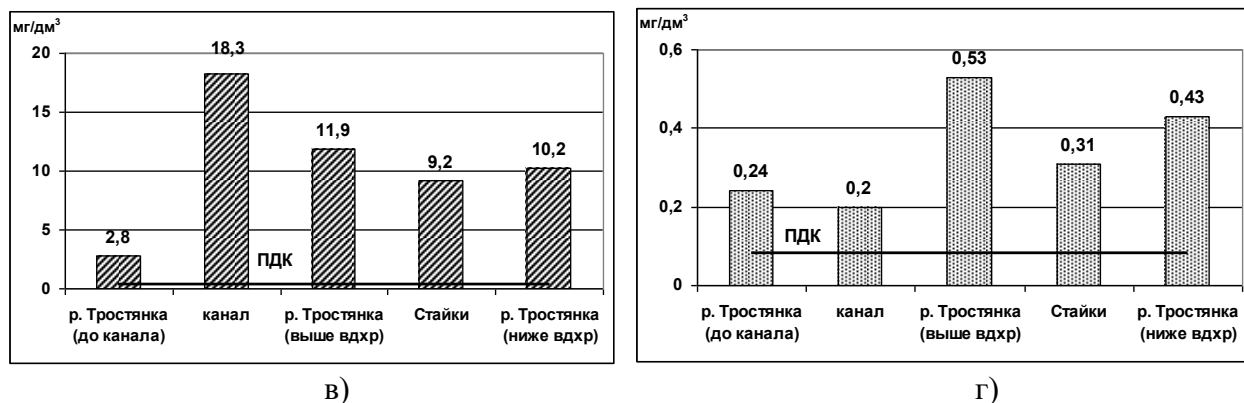


Рисунок 2 – Среднегодовые значения: минерализация (а), концентрации нитратов (б), аммонийного азота (в) и нитритов (г) в водохранилище Стайки и р. Тростянке

По двум другим веществам (аммонийному азоту и нитритам) концентрации, превышающие ПДК, фиксируются во всех пунктах. В водохранилище эти превышения по азоту аммонийному составляют 17 раз, а по нитритам – в 4 раза. При этом по азоту аммонийному имеет место превышение ПДК не только по принятому рыбохозяйственному критерию, но и менее жесткому хозяйственно-питьевому и культурно-бытовому, по которому оно составляет 5 раз.

В годичном цикле максимальные концентрации соединений азота характерны для конца зимней межени. В это время накапливается органическое вещество и сокращается деятельность растений.

В системе «река – водохранилище» по всем биогенным веществам прослеживается одинаковая зависимость – их концентрация в реке выше водохранилища всегда более высокая, нежели в водохранилище: по нитратам – в 1,2, азоту аммонийному – в 1,3 и нитритам – в 1,7 раза. Подобная зависимость отражает, во-первых, ведущую роль водосборного бассейна в биогенном загрязнении водохранилища, во-вторых, выполнение водохранилищем функции очистки вод от данного загрязнения за счет происходящих в нем биохимических и гидрохимических процессов.

Повторяемость загрязнения водохранилища Стайки азотом аммонийным и нитритами является самой высокой среди пригородных водохранилищ Минска. Превышения ПДК по азоту аммонийному фиксировались во всех отобранных водных пробах, по нитритам – в 86 % этих проб. Поэтому данное водохранилище можно отнести к наиболее неблагоприятным водоемам, характеризующимся стабильным биогенным загрязнением.

Для определения подверженности водоема эвтрофированию недостаточно ограничиться рыбохозяйственным критерием, а следует использовать экологический критерий. Последний устанавливает пороговые значения, при соблюдении которых процесс эвтрофирования не получает развития. Они являются более низкими, нежели рассмотренные ПДК [10].

Выполнено сопоставление указанных значений с показателями концентрации биогенных веществ в водоеме и реке выше него. Оно показывает существенные превышения экологических норм по всем трем веществам (рисунок 3).

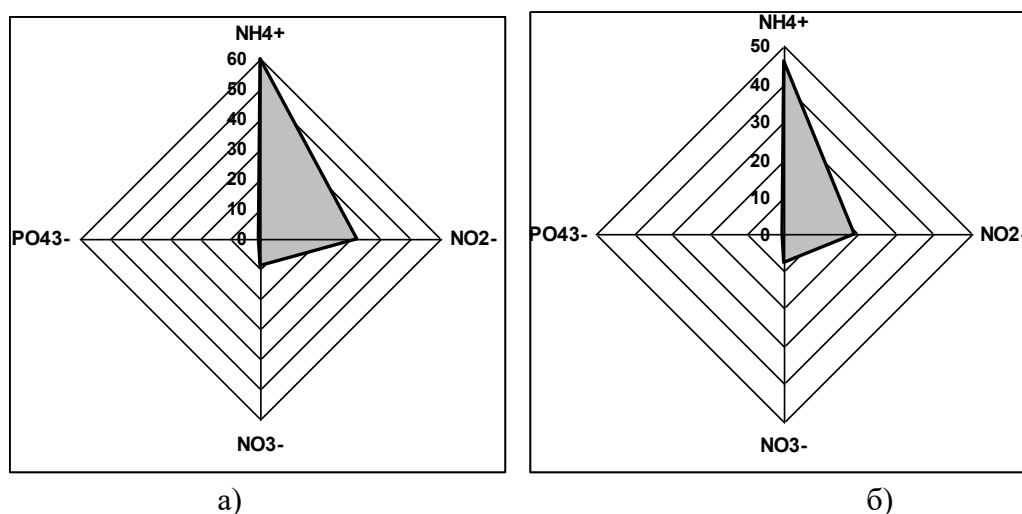


Рисунок 3 – Превышение экологических показателей биогенных веществ в р. Тростянке выше водохранилища Стайки (а) и в самом водохранилище (б)

В реке выше водохранилища отмеченные превышения более значительны, однако и в самом водохранилище они довольно высоки, составляя по азоту аммонийному 46 раз, нитритному – 19, нитратному – 8 раз. Приведенные величины свидетельствуют о высокой подверженности водохранилища эвтрофированию.

Водоохранные меры. Принимая во внимание решающую роль водосборного бассейна в формировании гидрохимического состава вод водохранилища, водоохранные меры в решающей степени должны быть ориентированы на его экологическую оптимизацию. В соответствии с выделенными источниками поступления загрязняющих веществ они должны включать следующие направления:

- соблюдение режимов водоохраных зон для реки, ее притока (канала) и водохранилища; восстановление естественной древесно-кустарниковой или травянистой растительности в прибрежных полосах;
- предотвращение поступления в реку вод поверхностного стока с территории г. Минска без очистки; обеспечение должного санитарного состояния данной территории, а также территорий сельских поселений, особенно расположенных в водоохраной зоне р. Тростянки и водохранилища, откуда может осуществляться смыв загрязняющих веществ: Ельница, Большое Стиклево, Большой Тростенец;
- улучшение технологий применения удобрений, вносимых на сельскохозяйственные земли для их максимально полного усвоения растениями и минимизации поступления в грунтовые вода и поверхностного смыва;
- создание противодиффузионной завесы на пути движения подземных вод от полигона «Тростянец» в реку для предотвращения поступления с ними загрязняющих веществ.

Выводы

Водоохранилище Стайки, построенное на малой реке, отличается, во-первых, низкой устойчивостью к внешним воздействиям из-за сравнительно небольшого объема воды (0,33 млн. м³), во-вторых, повышенной зависимостью от состояния водосборного бассейна.

Водосборный бассейн водохранилища характеризуется высокой интенсивностью хозяйственного использования, включая степень его застройки территории – 30 %, сельскохозяйственного освоения – 47 % и низкой лесистостью – 22 %, что создает предпосылки загрязнения вод.

Гидрохимический состав вод водохранилища трансформирован в результате антропогенных воздействий до перехода в иной тип – хлоридно-гидрокарбонатный натриевый вместо исходного гидрокарбонатного кальциевого; концентрации биогенных веществ в этих водах превышают показатели ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения по отдельным веществам до 17 раз, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового – до 5 раз, экологические нормы – до 46 раз, биогенное загрязнение носит стабильный характер, что стимулирует эвтрофирование водоема и осложняет его рекреационное использование.

Для улучшения экологического состояния водохранилища водоохранные меры на его водосборе должны проводиться по широкому спектру направлений, включая организационно-планировочные, санитарно-гигиенические, технологические, технические, которые способны обеспечить снижение загрязняющих воздействий на водоем со стороны городской застройки, сельских поселений, сельскохозяйственных земель, полигона бытовых отходов.

Список использованных источников

1. Струк, М.И. Геоэкологическая оценка пригородных водохранилищ Минска / М.И. Струк, С.Г. Живнач, Г.М. Бокая // Природопользование: сб. научных трудов Национальная академия наук Беларуси, Институт природопользования. – Вып. 23. – Минск, 2013. – С. 115–124.
2. Струк, М.И. Оценка гидрохимического состояния водохранилища Стайки / М.И. Струк, С.Г. Живнач, Г.М. Бокая // Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых: материалы Междунар. науч. конф., посвященной 110-летию со дня рождения акад. К.И. Лукашева (1907–1987), 23–25 мая 2017 г., Минск / Отв. ред. О.В. Лукашев; редкол.: С.В. Савченко [и др.]: В 2 ч. – Мн.: Право и экономика, 2017. – Ч. 2. – С. 124–126.
3. Струк, М.И. Бассейновый критерий организации природного каркаса пригородной территории (на примере Минска) / М.И. Струк, С.Г. Живнач, Г.М. Бокая // Природопользование: сб. научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, Институт природопользования. – Вып. 1. – Минск, 2021. – С. 62–72.
4. Струк, М.И. Оценка ландшафтной устойчивости территории административных районов Беларуси / М.И. Струк, А.А. Хомич, В.А. Бакарасов // Природопользование: сб. научных трудов Национальная академия наук Беларуси, Институт природопользования. – Вып. 7. – 2001. – С. 57–60.
5. Ерошина, Д.М. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах / Д.М. Ерошина [и др.]. – Мн.: БелНИЦ «Экология». – 2010. – 152 с.
6. Лысухо, Н.А. Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду / Н.А. Лысухо, Д.М. Ерошина. – Мн.: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. – 210 с.
7. Власов, Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси: геоэкологическое состояние, изменения и прогноз / Б.П. Власов. – Мн.: БГУ, 2004. – 207 с.
8. Водоохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой / В.М. Широков, П.С. Лопух, Г.М. Базыленко и др.; Под ред. В.М. Широкова. – Мн.: Университетское, 1991. – 207 с.

9. Ландшафтные воды в условиях техногенеза: монография / О.В. Кадацкая [и др.]. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 347 с.

10. Жукинский, В.Н. Методологические основы экологической классификации вод суши / В.Н. Жукинский, О.П. Оксюк // Гидробиологический журнал – Т. 19. – №2. – 1983. – С. 59–97.

ASSESSMENT OF MINERALIZATION AND BIOGENIC WATER POLLUTION IN STAYKI RESERVOIR M.I. STRUK, S. G. ZHIVNACH

An assessment of the ecological state of the catchment area of the Stayki reservoir is presented. The main sources of water pollution located within basin are determined. The levels of mineralization and biogenic pollution of the waters of the reservoir and the river on which it is built, above and below the reservoir, have been established. Water protection measures to reduce pollution are proposed.

УДК 631.425.6

ЗАВИСИМОСТЬ РЕЖИМОВ ПРОМЕРЗАНИЯ И ОТТАИВАНИЯ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ ОТ НОРМЫ ОСУШЕНИЯ И МОЩНОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Н.А. Уланов^{1,2}

1. ФБГОУ ВО Вятский государственный агротехнологический университет, г. Киров, Россия

2. Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса, г. Киров, Россия

В работе представлены результаты наблюдений за режимом промерзания и оттаивания торфяной маломощной почвы. Опытным путем установлена взаимосвязь нормы осушения, высоты снежного покрова и погодных условий с режимом промерзания и оттаивания. Описаны некоторые особенности протекания этих процессов в условиях выработанных торфяников.

Ключевые слова: выработанные торфяники, норма осушения, снежный покров, промерзание, оттаивание

Введение

Известно, что температурный режим почвы является одним из основных факторов, влияющих на продуктивность возделываемых культур. Вместе с тем, в научной среде уже довольно давно сформировалось устойчивое мнение о неблагоприятном для роста и развития большинства культур температурном режиме торфяных почв [1–3]. Режим промерзания и оттаивания является важнейшим элементом, характеризующим их температурный режим [4]. По сравнению с минеральными почвами, торфяные почвы промерзают в 1,5–3,0 раза меньше [5,6]. Кроме того, с ростом мощности торфа не только уменьшается глубина промерзания, но и замедляется процесс оттаивания [7]. Касательно водного режима, в одинаковых условиях глубина промерзания осушенного болота в 2 раза больше, чем не осушенного [8]. Одной из особенностей выработанных торфяников является неравномерное распределение по территории остаточного слоя торфа. Поэтому в одной локации температурный режим может складываться по сценарию минеральных почв (на полностью сработанных и торфянисто-глеевых участках), а в другой ($A_t > 50$ см) – по сценарию торфяных почв [9]. В таких условиях оттаивание будет протекать неравномерно, создавая определенные сложности, связанные с началом полевых работ [7]. На формирование режима промерзания и оттаивания, помимо нормы осушения и мощности залежи, также влияют физические свойства залежи, растительность и снежный покров [5, 6, 10]. Однако, касательно того как именно на режим промерзания и оттаивания влияет тот или иной фактор, в научной среде нет единого мнения.

Целью работы явилось изучение влияния нормы осушения и высоты снежного покрова на режим промерзания и оттаивания выработанных торфяников.

Объекты и методы исследований

Для проведения исследований был выбран участок одного из кормовых севооборотов, расположенный на территории выработанного низинного торфомассива «Гадовское» в 30 км к юго-западу от г. Кирова. Мощность остаточной торфяной залежи на опытном участке колеблется от 0 до 1,5 м и подстилается среднезернистыми песками мощностью 0,3–1,0 м, под которыми залегают красно-коричневые мергелизованные карбонатные суглинки. Режим водного питания на опытном участке ослабленный, грунтово-напорный, а глубина залегания грунтовых вод варьирует от 40 до 200 см и более. Оставшаяся после осушения торфомассива сеть мелиоративных каналов используется в системе двустороннего регулирования водного режима путем подпочвенного увлажнения, с помощью оборудованного на севообороте шлюза.

Наблюдения за динамикой уровня грунтовых вод (УГВ) осуществлялось с помощью специально оборудованных смотровых скважин. Промерзание и оттаивание определялись с использованием мерзлотомера Данилина, щупа, а также буровым методом и методом шурфов [11].

Результаты исследований

На данном опытном объекте ранее уже проводились наблюдения за режимом промерзания и оттаивания на торфянисто-глеевых и сработанных участках, свойства которых близки к минеральным почвам. По итогу проведенных наблюдений на сработанных участках, занятых многолетними травами, в большинстве случаев не было выявлено сколь-нибудь ощутимого влияния УГВ на режим промерзания и оттаивания. В ряде других случаев, в плане интенсивности промерзания, было выявлено небольшое преимущество менее осушенного участка и только в те годы, когда снежный покров успевал сформироваться до наступления холодов.

На данном этапе исследований (зимний период 2021–2022 гг.) мы выбрали для наблюдений разное осушенные оторфованные участки (торфяная маломощная почва) под многолетними травами. Ключевой участок 1 (КУ 1) – остаточная мощность торфа 100 см, среднегодовой УГВ = 47 см (рисунок 1). Ключевой участок 2 (КУ 2) – мощность торфа 60 см, среднегодовой УГВ = 130 см (рисунок 2).

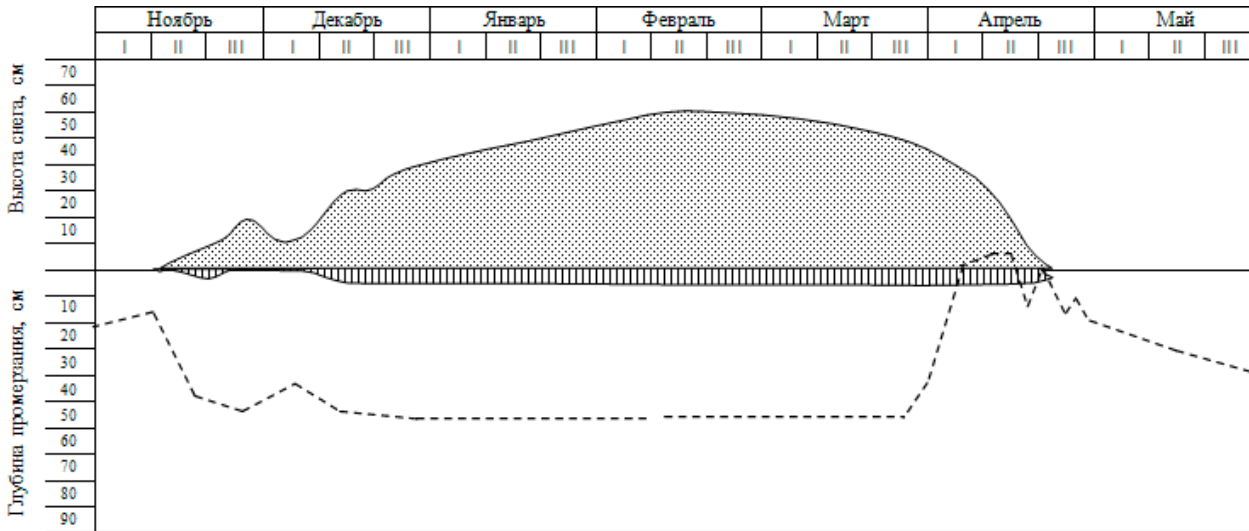


Рисунок 1 – Мощность снежного покрова, глубина промерзания и УГВ.
 КУ 1 ($A_m = 100$ см), УГВ = 47 см. ----- УГВ

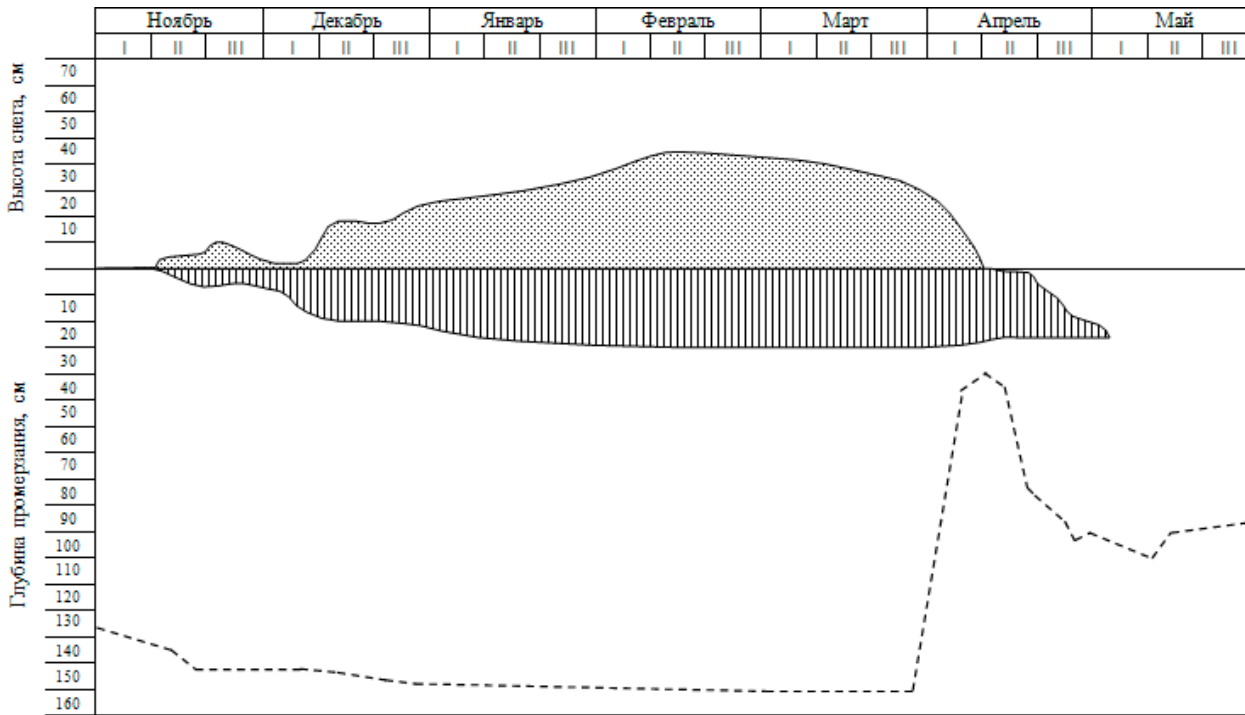


Рисунок 2 – Мощность снежного покрова, глубина промерзания и УГВ.
 КУ 2 ($A_m = 60$ см), УГВ = 130 см. ----- УГВ

Полученные в результате наблюдений данные, представлены на рисунках 1 и 2. Промерзание на участках с торфяной маломощной почвой началось одновременно во второй декаде ноября 2021 г., когда снежный покров только начинал формироваться. Уже к концу второй декады ноября, более осушенный участок промерз сильнее (8 см), чем менее осушенный (3 см) при схожей мощности снежного покрова, что свидетельствует об утепляющем эффекте грунтовых вод.

Следует также обратить внимание на положение участков в рельефе. КУ 1 расположен в понижении, что способствует лучшему снегозадержанию, по сравнению с КУ 2, находящемся на возвышенности, где сильный ветер препятствует формированию мощной снежной прослойки. Это обстоятельство, несомненно, накладывает определенный отпечаток на режим промерзания. Так, уже в третьей декаде ноября высота снежного покрова на КУ 1 достигла 18 см, а промерзание полностью отсутствовало, тогда как на КУ 2 высота снега составляла от 5 до 7 см при промерзании 5 см. В связи с дефицитом осадков и кратковременным потеплением, имеющийся на участках снежный покров заметно уменьшился. На КУ 1 в начале декабря он опустился до 12 см, а на КУ 2 до 2 см. Начавшееся вслед за утратой снежного покрова резкое похолодание в наибольшей степени было за-

метно на более осушенном участке, и достигало в середине первой декады декабря 14 см, тогда как на менее осушенном участке не более 1 см. Процесс дальнейшего формирования снежного покрова на КУ 2 уже не смог изменить сложившуюся в начале зимнего периода ситуацию. Промерзание этого участка продолжало оставаться интенсивным и достигло в феврале 30 см (при высоте снега 45 см), тогда как на КУ 1 оно не превышало 7 см (при высоте снега 60 см) в течение всей зимы. Поскольку максимальная высота снежного покрова на КУ 1 лишь на 25 % выше, чем на КУ 2, а максимальная глубина промерзания меньше в 4,5 раза, то логичным будет предположение о том, что высокий УГВ на торфяной маломощной почве будет препятствовать промерзанию.

Несмотря на то, что на более осушенном участке снежный покров сошел уже в конце первой декады апреля, глубина промерзания на нем практически не изменилась (26 см). Оттаивание на обоих участках проходило по третьему типу, то есть одновременно сверху и снизу, что как раз является наиболее типичным для большинства низинных болот средней полосы России [4]. На слабо осушенном участке снежный покров, ввиду его большей мощности, сошел на 10 дней позднее, чем на более осушенном участке. Однако сход его совпал с полным оттаиванием, тогда как процесс оттаивания на более осушенном участке продолжался вплоть до середины первой декады мая, что на две недели дольше. Таким образом, период оттаивания на хорошо осушенном участке составил 25 дней, тогда как на слабо осушенном участке всего 5 дней, что в 5 раз меньше. Также следует отметить, что оттаивание торфяной почвы на более осушенном участке происходило практически на 90 % сверху и лишь на 10 % снизу до момента схода снега, тогда как на менее осушенном участке оно лишь на 40 % происходило сверху и на 60 % снизу. Из этого следует, что чем ближе к поверхности расположены грунтовые воды, тем значительнее их роль в процессе оттаивания, который они таким образом ускоряют, запуская его еще до схода снега.

Заключение

В результате проведенных исследований, было установлено, что наиболее благоприятный режим промерзания и оттаивания на торфяной маломощной почве складывается при неглубоком залегании грунтовых вод и значительной мощности снежного покрова, что чаще всего характерно для пониженных элементов рельефа.

Список использованной литературы

1. Архипова, Е.П. Особенности термического режима почвы на осушенных болотах / Е.П. Архипова // Метеорология и гидрология. – 1956. – № 8. – С. 20–26.
2. Белковский, В.И. Повышение плодородия и рациональное использование торфяных почв / В.И. Белковский, В.П. Зоткин. – М., 1986. – 126 с.
3. Маслов, Б.С. Гидрология торфяных болот / Б.С. Маслов. – Томск, 2008. – 424 с.
4. Уланов, А.Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России / А.Н. Уланов. – Киров, 2005. – 320 с.
5. Кибальчич, А.Д. Промерзание и оттаивание торфяных болот и минеральных почв / А.Д. Кибальчич // Труды конференции по мелиорации и освоению болотных и заболоченных почв. – 1956. – С. 248–250.
6. Маслов, Б.С. Промерзание и оттаивание торфяной почвы в условиях Мещерской низменности / Б.С. Маслов // Почвоведение. – №11. – 1960. – С. 65–74.
7. Тимофеев, А.Ф. Температура почвы на выработанных торфяниках / А.Ф. Тимофеев, Л.А. Комарова // Труды КСХИ. Севообороты, мелиорация, обработка и удобрения почв в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны РСФСР. – 1974. – С. 95–103.
8. Маслов, Б.С. От водного объекта к болотной земле / Б.С. Маслов // Болота и биосфера: материалы Всероссийской с международным участием IX школы молодых ученых. – Владимир, 2015. – С. 93–108.
9. Манокина, Н. Возможности возделывания сельскохозяйственных культур на выработанном торфянике / Н. Манокина, Л. Пашинская // Уральские нивы. – № 7. – 1971. – С. 26–29.
10. Новицкая Л.И. Исследование зимнего водно-теплового режима осушаемых торфяников / Л.И. Новицкая // Труды Бел. НИИМВХ. Мелиорация переувлажненных земель. – Т. 20. – Минск: Ураджай, 1972. – С. 144–154.
11. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М., 1973. – С. 326.

DEPENDENCE OF MODES OF FREEZING AND THAWING OF MINED PEATLANDS ON DRAINAGE RATE AND SNOW COVER THICKNESS

N.A. ULANOV

The article presents the results of observations on the regime of freezing and thawing of peat low-pressure soil. The interrelation of drainage rate, snow cover height and weather conditions with the regime of freezing and thawing has been experimentally established. Some peculiarities of the course of these processes in the conditions of depleted peatlands are described.

УДК 556.55 (476)

ВОДОХРАНИЛИЩНЫЙ ФОНД БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**Т.А. Шелест, А.Н. Полюхович**

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В статье дается общая характеристика водохранилищного фонда Белорусского Полесья. Рассмотрена последовательность создания водохранилищ, их проектное предназначение и современное использование, проанализированы морфометрические параметры, типы, виды регулирования, выявлены природные и региональные их особенности.

Ключевые слова: Белорусское Полесье, водохранилище, искусственный водоем

Введение

Территория Беларуси расположена в зоне достаточного увлажнения. Вместе с тем, неравномерность распределения водных ресурсов по ее территории и в течение года является причиной ряда водохозяйственных проблем. Для обеспечения необходимого запаса воды наиболее оптимальным представляется регулирование стока водотоков за счет аккумуляции его в прудах и водохранилищах.

Водохранилище – искусственный водоем с полным объемом воды более 1 млн м³, созданный с целью хранения воды и регулирования стока. Если необходимость создания искусственных водоемов (водохранилищ и прудов) определяется потребностью народного хозяйства в воде, то возможность их создания в том или ином месте – природными условиями территории. Размеры водоемов, их размещение зависят от рельефа территории, структуры гидрографической сети, а их наполнение, заиление и другие внутриводоемные процессы связаны с климатическими и гидрологическими характеристиками водосборов.

Искусственные водоемы служат базой для рыборазведения, орошения, энергетики, рекреации и т.д. Кроме того, водные ландшафты имеют важное эмоционально-психологическое значение, повышая настроение и общий тонус организма человека. Все это в целом способствует тому, что строительство и эксплуатация водохранилищ входит в число важнейших народохозяйственных задач [1].

Густота речной сети в пределах Белорусского Полесья по сравнению с другими регионами Беларуси самая низкая – около 0,3 км/км², однако с учетом мелиоративных каналов она приближается к среднереспубликанской (0,45 км/км²). Полесские реки характеризуются очень низкой величиной падения, имеют широкие и плоские слабо выраженные долины, низкие заболоченные берега, медленное течение. Необходимость создания водохранилищ здесь была обусловлена задачами комплексного использования местного стока, в первую очередь, для орошения. Использование воды для орошения не зарегулированных водотоков осложняется неравномерностью распределения стока в году: половодье происходит ранней весной (до 60 %), когда нет большой потребности в воде, а в летнюю межень, когда вода нужна для полива, реки имеют небольшой сток или вообще пересыхают. Кроме того, на реках Полесья с небольшой площадью водосборов летом наблюдалось отсутствие стока. В этих условиях регулирование местного стока водотоков путём аккумуляции его в искусственных водоемах разного размера представляется единственно возможным путём обеспечения необходимого запаса воды. Среди региональных проблем следует отметить и пылевые бури, которые на Полесье обусловлены многими факторами, одним из них является нехватка воды.

Цель настоящего исследования – выявить особенности водохранилищного фонда Белорусского Полесья. Задачи работы: дать общую характеристику водохранилищ, рассмотреть последовательность их создания, проанализировать морфометрические параметры, их проектное предназначение и современное использование, выявить природные и региональные особенности.

Методика и объекты исследования

Каталог водохранилищ Беларуси, содержащий информацию об их основных показателях, был составлен в 1988 г. РУП «ЦНИИКИВР». В 2005 г. на основе фондовых материалов, результатов паспортизации водохранилищ, данных эксплуатирующих организаций и др. источников подготовлен справочник [2], в котором проведено уточнение сведений о водохранилищах, где помимо их описания представлена информация об их проектном назначении и современном использовании.

Исходными данными для исследования послужили материалы, опубликованные на сайте РУП «ЦНИИКИВР» в справочнике «Водные объекты Республики Беларусь» [3], где информация по водохранилищам представлена по областям страны.

В работе использовались следующие методы: сравнительно-географический, картографический, математические, геоинформационные.

Граница Белорусского Полесья проводилась в соответствии с европейской десятичной системой физико-географического районирования суши, согласно которому территория Беларуси делится на 5 провинций – Белорусскую Поозерскую, Западно-Белорусскую, Восточно-Белорусскую, Предполесскую и Полесскую [4]. В свою очередь, Полесская провинция подразделяется на четыре физико-географические провинции: Брестское Полесье, Припятское, Мозырское и Гомельское Полесье.

Результаты и их обсуждение

Работы по созданию искусственных водоемов на территории Белорусского Полесья начали вестись со второй половины прошлого века. Строительство объектов тепло- и гидроэнергетического назначения, мелиорации, промышленности, которое наиболее активно велось во второй половине XX века, требовало большого количества воды, источником которой нередко становились водохранилища.

История их создания началась в 1970 г., когда по проекту Полесьегипроводхоза было сооружено водохранилище Морочно в Столинском районе, а затем в 1972 г. по проекту Белгипроводхоза на реке Мытва – водохранилище Бобруйковское в Ельском районе. Со второй половины 1970-х годов началось более активное строительство водохранилищ. Так, в 1976 г. было построено водохранилище Орлы (Дубенецкое), в 1978 г. – Погост, Лешневское и Светлогорское, в 1979 г. – Головчицкое и Княжеборское. С 1980 по 1989 г. в пределах Белорусского Полесья было построено 29 водохранилищ. В 1990-е годы на Полесье сооружено 11 водохранилищ и последние из них – Бездеж и Олтушское – в 1994 г. Таким образом, водохранилища Полесья были построены в 1970–1990 гг.

Водоохранилища Полесья в основном предназначены для регулирования почвенной влаги мелиорированных земель. Для организации благоприятной природно-экологической обстановки на осушенных землях создание искусственных водоёмов является широко распространенным мероприятием, особенно если создается осушительно-обводнительная мелиоративная система в пределах бассейна.

Строительство водохранилищ велось с разной целью: для двухстороннего регулирования водного режима, развития рыбного хозяйства, рекреации, водообеспечения населенных пунктов, строительства межколхозных электростанций. Многие из полесских водохранилищ создавались для комплексного использования водных ресурсов рек региона (Погост, Кривичи, Жидче, Гоша и др.).

В настоящее время в пределах территории Белорусского Полесья насчитывается 48 водохранилищ, что составляет примерно треть от общего количества водохранилищ страны (рисунок). Суммарная площадь их водного зеркала составляет около 120 км². Полный объем – почти 422 млн м³, полезный – 315 млн м³.

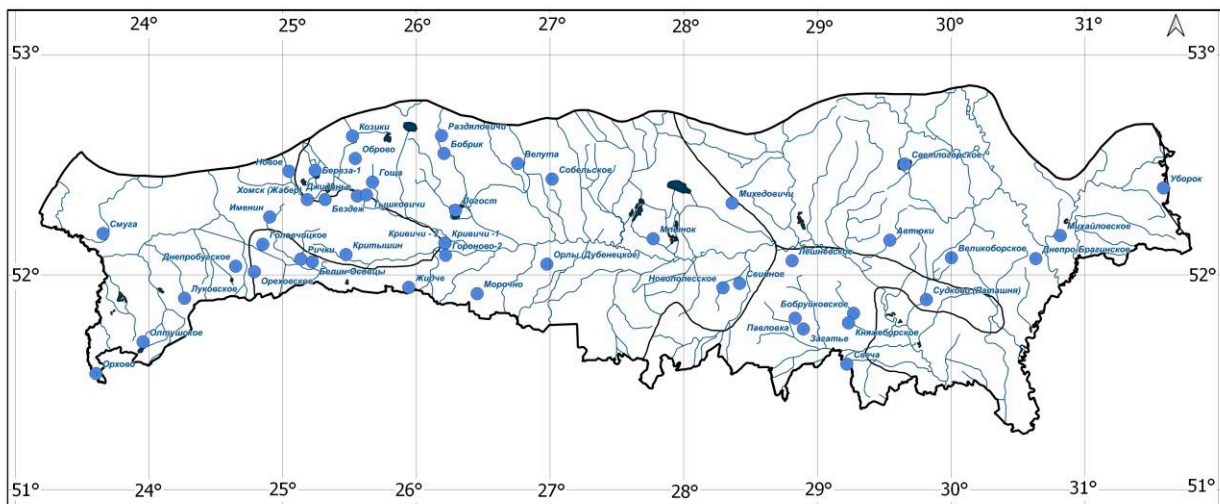


Рисунок – Водоохранилища Белорусского Полесья

Анализ рисунка показывает, что водохранилища не равномерно распределены по территории региона. Больше всего их сконцентрировано в пределах Брестского и западной части Припятского Полесья, что обусловлено как потребностью в воде различных отраслей хозяйства, так и физико-географическими особенностями территории. В центральной части Полесья большая равнинность не позволяет проводить значительных работ по многолетнему регулированию речного стока и потому зарегулированных рек крайне мало. Меньше всего водохранилищ в Гомельском Полесье.

Особенностью водохранилищ Белорусского Полесья является то, что они расположены не на главных реках (Припять, Западный Буг), а на притоках первого–третьего порядков. Больше всего их приурочено к бассейну Ясельды. Наименьшая степень зарегулированности стока рек водохранилищами отмечается в бассейнах крупных рек.

Водоохранилища различаются гидроморфологическими особенностями, характером образованной чаши и конфигурацией. Главными параметрами водохранилищ являются объем и площадь водного зеркала, которые определяют их воздействие на окружающую среду. Из-за равнинного рельефа на Полесье отсутствуют возможности для создания больших регулирующих емкостей. По морфометрическим характеристикам водохранилища подразделяются на: средние (объем воды 500–100 млн м³, площадь зеркала 100–25 км²); небольшие (100–10 млн м³, 25–3 км²); малые (менее 10 млн м³, 3 км²) [2, 5]. Лишь 7 водохранилищ относятся к категории

небольших. Самым крупным водохранилищем Белорусского Полесья по площади зеркала является Береза-1 (18,7 км²), созданное на базе озера Черное, наполняемое за счет стока р. Жегулянка и польдеров. Затем расположены Погост (16,46 км²) и Светлогорское (14,37 км²). Помимо этих трех водохранилищ к категории небольших с учетом вышеотмеченных параметров относятся еще Днепро-Брагинское, Велута, Луковское и Собельское. Все остальные водохранилища относятся к категории малых, что составляет 85,4 % от их общего количества. Средние водохранилища отсутствуют. Т.е. водохранилищный фонд Полесья представлен в основном малыми водохранилищами.

Характерной особенностью Белорусского Полесья является то, что большая часть малых водохранилищ расположена не в русле рек, а построена путем создания искусственных углублений и обвалования с последующей подачей сюда воды по каналам. Эти небольшие водоёмы предназначены в основном для обеспечения двустороннего регулирования влажности почвы мелиорированных сельскохозяйственных угодий. Создание более крупных водохранилищ в значительной степени ограничивается плоским рельефом территории, малыми уклонами и значительной заболоченностью.

Водоохранилища региона относятся к полесскому типу, который характеризуется наибольшими в Беларуси площадями затопления и небольшими глубинами. Средняя глубина их составляет 3,4 м, причем наименьшая она у русловых водохранилищ. Максимальная же глубина достигает 11,9 м (водохранилище Кривичи-2).

По генезису встречаются водохранилища следующих основных групп: наливные, русловые, озерно-наливные и озерные. К русловым водохранилищам, которые создаются в долинах при помощи водоподпорных сооружений, в основном путем возведения плотины, относятся три водохранилища региона – Княжеборское, Бобруйковское и Лешневское. Озерным водохранилищем является Погост, созданное на базе Погостского озера, часть которого была отгорожена дамбой. Озерно-наливных водохранилищ в Белорусском Полесье четыре: Береза-1, Луковское, Олтушское и Гоща. Абсолютное большинство водохранилищ Белорусского Полесья (83,3 %) – наливные, наполняемые водой путем перекачки ее насосными станциями из внешних источников, нередко создаваемые для аккумуляции стока с осушительных систем. Однако их суммарная площадь водного зеркала (73,1 км²) составляет лишь 60,9 % от всей площади водохранилищ. Среди наливных водохранилищ – Велута, Собельское, Джидинье и др. Некоторые наливные водохранилища созданы на базе выработанных торфяников (Жидче, Новое).

По характеру регулирования стока все водохранилища Белорусского Полесья являются водоемами сезонного регулирования, которое направлено на аккумуляцию в них стока многоводных периодов с целью их последующего использования в маловодные периоды. Большинство водохранилищ имеет хорошо выраженное понижение воды зимой, период весеннего наполнения и летне-осеннюю сработку. Уровень воды в водохранилищах поддерживается искусственным регулированием стока.

Водоохранилища постепенно меняют природные условия прилегающей суши и затопленных территорий. Наблюдаются микроклиматические изменения (повышение влажности воздуха, увеличение скорости ветров, уменьшение выпадения жидких осадков на побережье), изменения в гидрологических и почвенно-растительных условиях (замедление течения в водоемах, возникновение ветрового волнения, оглеение почв, смена растительных ассоциаций и заболачивание и др.). Прибрежная зона и мелководья зарастают водной растительностью, заиливаются. На ряде участков, созданных водохранилищ происходит переработка берегов. В водохранилищах отмечаются «цветение» воды, уменьшение безледоставного периода и ряд других природных изменений.

Анализ намечаемых целей создания водохранилищ и их фактического использования показал, что формирование местных водохозяйственных комплексов с участием водохранилищ происходило в ходе длительного и постепенного становления новых хозяйственных связей. Со временем часть намеченных по проекту водопотребителей и водопользователей перестают быть таковыми, а некоторые, неучтенные раньше, появляются, что связано как с дальнейшим развитием народного хозяйства конкретного района, где расположено созданное водохранилище, так и с постепенным изменением природных условий, в том числе с перераспределением водных ресурсов. В настоящее время водохранилища чаще всего используются для увлажнения сельскохозяйственных земель, рекреации, любительского рыболовства. Некоторые водохранилища используются для целей малой гидроэнергетики (Береза-1). Промысловый лов рыбы и платное любительское рыболовство осуществляются на водохранилищах Погост, Жабер, Белин-Осовцы и др. Промысловое значение на водохранилищах имеют такие виды рыб как лещ, плотва, карась, щука, окунь. Водоохранилища широко используются как для кратковременного, так и для длительного отдыха. Для кратковременного отдыха в основном используются те водохранилища, которые расположены в непосредственной близости от населенных пунктов.

Целесообразным представляется разработка схем улучшения рационального использования действующих водохранилищ, которые бы предусматривали создание водоохраных лесных полос, меры по предотвращению загрязнения вод малых рек и рациональному использованию водных, гидробиологических и других ресурсов водохранилищ, рекомендации по ликвидации и предотвращению зарастания, занесения и заиливания ложа, фильтрации воды и ухудшения ее качества.

Заключение

Таким образом, водохранилища Белорусского Полесья были построены в 1970–1990 гг. Водохранилищный фонд Полесья насчитывает 48 водохранилищ с площадью водного зеркала около 120 км². Особенностью водохранилищ Белорусского Полесья является то, что они расположены не на главных реках, а на притоках первого–третьего порядков. Больше всего их приурочено к бассейну Ясельды. Наименьшая степень зарегулированности стока рек водохранилищами отмечается в бассейнах крупных рек. Абсолютное большинство водохранилищ региона – малые водохранилища, лишь 7 водохранилищ относятся к категории небольших. По генезису преобладают наливные водохранилища. По характеру регулирования стока все водохранилища Полесья являются водоемами сезонного регулирования. На современном этапе основным направлением использования водохранилищ является рекреация, увлажнение сельскохозяйственных земель, любительское рыболовство.

Список использованных источников

1. Кирвель, И.И. Оценка зарегулированности стока рек Беларуси искусственными водоемами / И.И. Кирвель, М.С. Кукшинов // Весті БДПУ. Сер. 3. Фізика, Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2007. – № 1 (51). – С. 66–69.
2. Водохранилища Беларуси: справочник / Под общ. ред. М.Ю. Калинина. – Мн.: ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа», 2005. – 182 с.
3. Справочник «Водные объекты Республики Беларусь» [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.cricuwr.by/static/INVENT_VO/FrontPage.htm. – Дата доступа: 15.06.2022.
4. Марцинкевич, Г.И. Физико-географическое районирование Беларуси в европейской десятичной системе районирования / Г.И. Марцинкевич [и др.] // Вестник БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2001. – № 1. – С. 85–90.
5. Блакітны скарб Беларусі / рэдкал.: Г.П. Пашкоў [і інш.]. – Мінск: Бел. энцыкл., 2007. – 480 с.

RESERVOIR FUND OF THE BELARUSIAN POLESIE

T.A. SHELEST, A.N. PALIUKHOVICH

The article gives a general description of the reservoir fund of the Belarusian Polesie. The sequence of creation of reservoirs, their design purpose and modern use is considered, morphometric parameters, types, types of regulation are analyzed, natural and regional features are revealed.

СЕЛЬСКАЯ ГАСПАДАРКА

УДК 631.862:633.262:633.31

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНО-БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ДЛЯ ПОДКОРМКИ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ ТРАВ

А.С. Антонюк¹, А.В. Сорока², А.Н. Гапонюк¹, Н.Ф. Терлецкая¹, Е.М. Глушень³

1. Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

2. РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино, Беларусь

3. Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

В статье отражены результаты изучения влияния органо-бактериального удобрения на урожайность зеленой массы злаковых и бобовых трав, а также содержание сырого протеина в полученной продукции растениеводства. В результате дробной подкормки многолетних трав удобрением установлено существенное, относительно контроля, повышение урожайности зеленой массы костреца и люцерны и содержания в ней сырого протеина. Отмечено аналогичное влияние подкормки органо-бактериальным и минеральными удобрениями в дозах, эквивалентных по содержанию основных питательных элементов, на формирование урожайности зеленой массы трав.

Ключевые слова: органо-бактериальное удобрение, многолетние кормовые травы, кострец, люцерна, урожайность, сырой протеин

Введение

С увеличением поголовья крупного рогатого скота (КРС) на животноводческих комплексах актуальна проблема утилизации отходов, в первую очередь, бесподстилочного навоза, образование которого связано с внедрением промышленных технологий в животноводстве. В среднем из потребляемого животными корма в навоз переходит около 40% органического вещества, 50% азота, 80% фосфора и до 95% калия [1]. Кроме основных питательных веществ, в навозе содержатся многие микроэлементы, что позволяет считать его комплексным удобрением.

Систематическое применение бесподстилочного навоза как органического удобрения приводит к улучшению в почвах водного режима и воздухообмена, увеличению содержания элементов минерального питания, что способствует интенсивному росту и развитию растений и, как следствие, повышению продуктивности культур [2].

Для сохранения ценности навоза как удобрения, и в частности, обеспечения содержания в нем азота, необходима его правильная переработка. В настоящее время получают все большее распространение сепарация и микробиологическая переработка навоза. После сепарации сокращается общий объем навоза, снижаются потери азота в процессе хранения и внесения, происходит значительное уменьшение запаха [3]. Добавление биологически активного комплекса из селекционированных микроорганизмов и ферментов ускоряет разложение лигнина и целлюлозы [4]. Внесение органо-бактериальных удобрений повышает урожайность сельскохозяйственных культур до 30%, а также позволяет сократить использование минеральных удобрений [5, 6].

Цель работы: оценка влияния органо-бактериального удобрения на основе сепарированных отходов животноводческих комплексов КРС, подвергнутых ускоренной переработке микробными препаратами, на урожайность зеленой массы многолетних злаковых и бобовых трав, а также содержание сырого протеина в полученной продукции растениеводства.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является органо-бактериальное удобрение. Для производства удобрения использовался навоз сепарированный КРС, подвергнутый ускоренной переработке смесью микробиологических препаратов Деаммон и ЦБО-интенс, разработанных Институтом микробиологии НАН Беларуси. В состав микробной ассоциации вошли микроорганизмы различных трофических групп, обладающие мощной ферментативной системой, в том числе и целлюлозоразрушающие бактерии.

Основные свойства органо-бактериального удобрения следующие: влажность – 96–97%, кислотность – 8,16 ед. рН, содержание общего азота – 0,20%, общего фосфора – 0,10%, калия – 0,24%.

Полевые опыты по изучению влияния органо-бактериального удобрения на урожайность зеленой массы многолетних злаковых (кострец безостый 2-го г. ж.) и бобовых (люцерна посевная 2-го г. ж.) трав были заложены в СУП «Савушкино» Малоритского района Брестской области на осушенной дерново-заболоченной песчаной почве, подстилаемой песком. Дробная подкормка органо-бактериальным удобрением проводилась в дозах 30 кг азота/га (люцерна) и 60 кг азота/га (кострец) под каждый укос. Для сравнения эффективности действия навоза сепарированного с микробными препаратами относительно минеральных удобрений, в последних соотношении азота, фосфора и калия рассчитывалось с учетом содержания данных элементов в разработанном удобрении: из расчета дозы внесения 30 кг азота/га – $N_{30}P_{15}K_{35}$, 60 кг азота/га – $N_{60}P_{30}K_{70}$. Контролем служили варианты опытов без внесения удобрений. Полевые опыты и учеты проводились по общепринятым методикам [7]. Повторность опыта – четырехкратная. Статистический анализ результатов исследований проводился с использованием программы Microsoft Office Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Высокая отзывчивость многолетних трав, особенно злаковых, на подкормку жидкими органическими удобрениями подтверждается многочисленными полевыми исследованиями [2, 8–14]. Хорошо усваивают питательные вещества органических удобрений и многолетние бобовые травы, например люцерна. Наибольший эффект достигается при применении жидких органических удобрений дробными дозами под каждый укос.

Весенняя подкормка органо-бактериальным удобрением оказала существенное влияние на урожайность зеленой массы 1-го укоса костреца (НСР₀₅ = 20,42 ц/га). Относительно контроля урожайность была выше на 23%. Прибавка урожайности зеленой массы в варианте с подкормкой минеральными удобрениями составила к контролю 28% (рисунок 1).

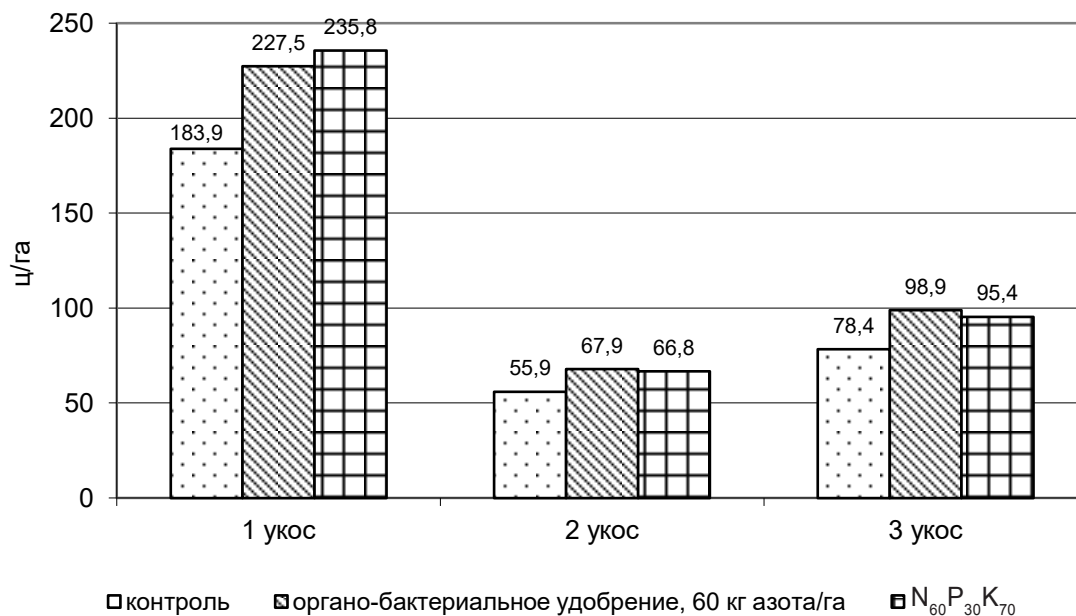


Рисунок 1 – Урожайность зеленой массы костреца

Литературные данные о преимуществе минеральных удобрений относительно жидких органических в увеличении урожайности злаковых трав противоречивы. В ряде опытов урожайность не имела существенной разницы при внесении жидкой органики и эквивалентной дозы минеральных удобрений (Аксомайтене Р.И. и др., 1983; Третьяков Н.Н. и Осипова В.Н., 1984; Андреев Н.Г. и др., 1985), другими исследователями получены данные о более высокой прибавке урожая от применения минеральных удобрений (Летяго С.В., Тарасевич Ф.Г., 1988; Струк И.Р., 1996; Лесников М.Ф., Веренич А.Ф., 1984) [8].

В наших исследованиях разница между урожайностью зеленой массы 1-го укоса костреца безостого при подкормке органо-бактериальными и минеральными удобрениями в эквивалентных дозах по основным питательным элементам не была существенной.

Формирование урожайности зеленой массы костреца 2-го укоса проходило при недостаточной влагообеспеченности, поэтому прибавка от органо-бактериальных удобрений составила 21,5% относительно контроля. Урожайность зеленой массы костреца 3-го укоса в вариантах с подкормкой органо-бактериальными удобрениями в дозе 60 азота/га под укос была выше контроля на 26,2%.

Разница между значениями урожайности зеленой массы костреца при подкормке органо-бактериальным и минеральными удобрениями не была существенной (НСР₀₅ между вариантами во 2-м укосе составила 6,65 ц/га, в 3-м укосе – 10,67 ц/га).

В сумме за вегетацию урожайность зеленой массы костреца в контроле составила 318,2 ц/га, при подкормке органо-бактериальным и минеральными удобрениями с нормой внесения каждого за вегетацию по 180 кг азота/га – соответственно 394,3 и 398,0 ц/га, то есть на 23,9 и 25,1% выше, чем в варианте без подкормки.

Отзывчивость люцерны на весеннюю подкормку органо-бактериальным удобрением была слабее, чем у злаковых трав: увеличение урожайности зеленой массы относительно контроля составило 13% (рисунок 2). Во втором укосе увеличение урожайности зеленой массы люцерны в опыте относительно контроля составило 14,8 и 19,7%. Существенной разницы (НСР₀₅ в 1-м укосе 20,83 ц/га, во 2-м – 21,62 ц/га, в 3-м – 11,51 ц/га) между урожайностью зеленой массы люцерны в вариантах с органо-бактериальным и минеральными удобрениями не выявлено.

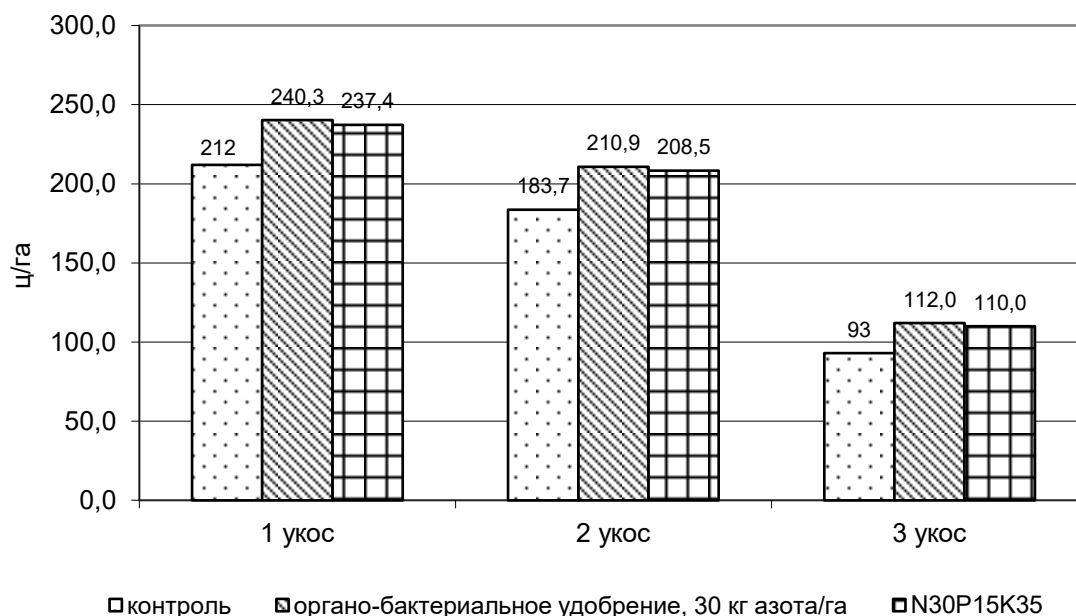


Рисунок 2 – Урожайность зеленой массы люцерны

В сумме за вегетацию урожайность зеленой массы люцерны при подкормке органо-бактериальным удобрением с нормой внесения 90 кг азота/га составила 563,2 ц/га, минеральными удобрениями – 556,0 ц/га, что соответственно на 15,1 и 13,6% выше, чем в контрольном варианте с урожайностью 489,3 ц/га.

Использование органо-бактериального удобрения при возделывании костреца и люцерны способствовало повышению содержания в зеленой массе трав сырого протеина, являющегося одним из главных показателей питательности кормов.

Так, подкормка органо-бактериальным удобрением в дозе 60 кг азота/га под укос позволила увеличить содержание сырого протеина в зеленой массе костреца на 10% относительно контроля, что составило 20,98% на сухое вещество.

Содержание сырого протеина в зеленой массе люцерны в опытном варианте с применением органо-бактериального удобрения в дозе 30 кг азота/га под укос составило 25,94% на сухое вещество, в контроле – 24,05% на сухое вещество.

Заключение

Дробная подкормка органо-бактериальным удобрением на основе сепарированных отходов животноводческих комплексов КРС, подвергнутых ускоренной переработке микробными препаратами, оказала существенное влияние на повышение урожайности зеленой массы многолетних злаковых и бобовых трав относительно контроля без внесения удобрений. Установлено, что отзывчивость костреца на подкормку удобрением была выше, чем у люцерны. Существенной разницы между урожайностью зеленой массы трав в вариантах с внесением под каждый укос минеральных и органо-бактериальных удобрений в дозах, эквивалентных по содержанию основных питательных элементов, не выявлено.

Применение органо-бактериального удобрения для дробной подкормки посевов костреца безостого и люцерны посевной способствовало повышению содержания сырого протеина в зеленой массе многолетних кормовых трав относительно контрольных вариантов.

Список использованных источников

1. Мосина, Л.В. Экологическая оценка влияния органических и минеральных удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроценозов в экстремальных погодных условиях / Л.В. Мосина, Г.Е. Мерзлая // Известия ТСХА, 2013. – № 5. – С. 5–18.
2. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстилочного навоза / Г.Е. Мерзлая [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, 2006. – 463 с.
3. Губейдуллин, Х.Х. Технологии и оборудование для переработки навоза свиноккомплексов, коровников и птицефабрик / Х.Х. Губейдуллин, И.И. Шигапов, А.А. Кафиятуллова // Научный вестник Технологического института – филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – 2014. – № 13. – С. 134–141.
4. Архипченко, И.А. Возможные направления использования биоудобрений в биологическом земледелии и для улучшения окружающей среды / А.И. Архипченко // Научные основы и практические рекомендации по использованию биоудобрений из отходов животноводства для биологического земледелия ; под ред. И.А. Архипченко. – СПб., 2005. – С. 40–42.

5. Тарасов, С.И. Проблемы производства и хранения бесподстилочного навоза / С.И. Тарасов // *Агрохимический вестник*. – 2012. – № 6. – С. 37–39.
6. Генералов, И.Г. Использование органо-бактериального удобрения как один из факторов снижения себестоимости зерна в ОАО «Берендеевское» Лысовского района Нижегородской области / И.Г. Генералов, И.Ю. Горяев // *Проблемы и перспективы развития аграрной экономики : Междунар. науч.-пр. конф. студентов и молодых ученых, Княгинино-Волгоград, 2–8 июня 2014 г. : тез. докл.* – Княгинино : НГИЭИ, 2015. – С. 215–219.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1986. – 416 с.
8. Тиво, П.В. Удобрительная ценность бесподстилочного навоза / П.Ф. Тиво, Л.А. Саскевич // *Международный аграрный журнал*. – 1999. – № 9. – С. 29–33.
9. Тиво, П.Ф. Подкормка многолетних трав бесподстилочным навозом / П.Ф. Тиво, Л.А. Саскевич // *НТИ и рынок*. – 1996. – № 4. – С. 33–35.
10. Тиво, П.Ф. Подкормка злаковых пастбищ жидким навозом / П.Ф. Тиво, А.Л. Зиновенко, Л.А. Саскевич // *Земляробства і ахова раслін*. – 2005. – № 5. – С. 22–23.
11. Тиво, П.Ф. Бесподстилочный навоз и его использование / П.Ф. Тиво // *Белорусское сельское хозяйство*. – 2006. – № 6 (50). – С. 64–65.
12. Лапа, В.В. Особенности применения жидкого навоза под сельскохозяйственные культуры / В.В. Лапа, Т.М. Серая // *Земляробства і ахова раслін*. – 2010. – № 3. – С. 35–36.
13. Летяго, С.В. Влияние жидкого навоза на урожайность многолетних трав / С.В. Летяго // *Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрного производства : материалы Междунар. науч. конф.* – Жодино, 1998. – Т. 1. – С. 166–170.
14. Желязко, В.И. Использование бесподстилочного навоза на мелиорируемых агроландшафтах. Теория и практика : монография / В.И. Желязко, П.Ф. Тиво. – Минск, 2006. – 296 с.

USE OF ORGANIC-BACTERIAL FERTILIZER FOR TOP-DRESSING OF PERENNIAL FORAGE HERBS A.S. ANTONIUK, A.V. SOROKA, A.N. GAPONIUK, N.F. TSIARLETSKAYA, E.M. GLUSHEN

The article reflects the results of studying the effect of organic-bacterial fertilizer based on separated manure, subjected to accelerated treatment with microbial preparations, on the yield of green mass of cereals and legumes and the content of crude protein in the crop production. As a result of fractional top-dressing of perennial herbs with fertilizer, a significant, relative to control, increase in the yield of green mass of rump and alfalfa was established. There was a similar effect of top-dressing with organic-bacterial and mineral fertilizers in equivalent doses in terms of the content of the main nutrients on the formation of the yield of the green mass of herbs. The use of organo-bacterial fertilizer for fractional top-dressing of perennial herbs contributed to an increase in the content of crude protein in the resulting crop products relative to the control options.

УДК 636.03

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОРМОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОНСЕРВАНТА КАРОСИЛ

З.А. Зайцева

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Проведены исследования качества консервированных кормов, заготовленных с применением нового консерванта Каросил, которые являлись частью успешно завершившихся регистрационных испытаний консерванта. Химический состав и питательная ценность силосов, приготовленных с применением данного консерванта, свидетельствуют о хорошей сохранности и положительном его влиянии на качество приготовленного корма. Силоса соответствуют высшему и первому классу качества.

Ключевые слова: консервант, кислота, маслянокислое брожение, бактерии, корм

Введение

В структуре затрат на продукцию крупного рогатого скота (КРС) более 60 % занимают корма [1, 5]. При однотипном, круглогодичном кормлении консервированные травяные корма составляют основу рационов КРС. Таким образом, для каждого конкретного предприятия приготовление качественных травяных кормов является важным резервом повышения экономической эффективности и продуктивности животноводства.

Одним из основных условий повышения и сохранения качества консервированных травяных кормов является применение химических и биологических консервантов [6, 7], выступающих в роли катализаторов, оптимизирующих процессы брожения при силосовании. Химические консерванты в настоящее время используются весьма ограниченно в связи с их дороговизной и особыми требованиями к условиям хранения и применения. Биологические консерванты более дешевы, безопасны и удобны в использовании. Механизм действия любого консерванта заключается в активизации желательных микробиологических процессов, в том числе ускорении молочнокислого брожения с подкислением массы до pH 4,2–4,3 в течение 24–36 часов (без консервантов – до 5 дней) и подавление нежелательного, в первую очередь, маслянокислого брожения [10, 11]. Таким образом, уже на первом этапе консервант решает важнейшую проблему – подкисляя массу, подавляет развитие нежелательных бактерий (гнилостных и маслянокислых). Вторая задача – это максимальное сохранение питательных веществ, содержащихся в исходном закладываемом на хранение сырье.

В настоящее время биологические консерванты широко применяются во всем мире, однако и сегодня остается актуальным поиск новых сочетаний бактерий для получения экологически чистых, недорогих и технологичных биологических консервантов, обеспечивающих сохранение питательных веществ в кормах. Основу биологического метода консервирования зеленых кормов составляет процесс молочнокислого брожения. Основой биологического консерванта служит одна или несколько живых культур молочнокислых бактерий, которые продуцируют молочную кислоту, подавляющую нежелательную анаэробную микрофлору (гнилостных и маслянокислых бактерий). Субстратом молочнокислого брожения являются содержащиеся в силосуемой массе водорастворимые углеводы, которые трансформируются под действием молочнокислых микроорганизмов в молочную кислоту (глюкоза, фруктоза) и в смесь молочной и уксусной кислот (арабиноза, ксилоза) [2, 8, 5].

Для подавления развития аэробной микрофлоры в консерванты часто дополнительно вводят гетероферментативные молочнокислые бактерии, такие как *Lactobacillus buchneri* или пропионовокислые бактерии, которые синтезируют и накапливают в массе корма уксусную, пропионовую кислоту и некоторые другие вещества, угнетающе действующие на развитие дрожжевых и плесневых грибов [9, 13].

Использование при силосовании растительной массы биологических консервантов позволяет обеспечить подавляющее превосходство молочнокислого брожения. Для повышения их эффективности оптимально использовать несколько видов или штаммов молочнокислых бактерий. Оптимизация процесса силосования достигается за счёт комбинации штаммов молочнокислых бактерий.

Биоконсерванты, вырабатывающие в результате брожения только молочную кислоту, приводят к накоплению в силосной массе очень большого количества молочной кислоты, которая при дальнейшем усиленном силосно-концентратном кормлении высокоудойных коров напрямую влияет на состав микрофлоры в рубце и приводит к возникновению ацидоза рубца. При таком процессе кормления образуются излишки неметаболизируемого лактата (молочной кислоты), влияющей на закисляемость рубца. Часть молочной кислоты попадает в кровоток организма и при перегрузке лактатом вызывает некрозы и абсцессы в печени. В результате изменения степени кислотности (pH = 6) в рубце происходит видовое угасание, а затем смещение микрофлоры рубца от расщепляющей целлюлозу (целлюлозолитической) и молочную кислоту (пропионовокислой) к микрофлоре, расщепляющей крахмал (амилолитической и молочнокислой), которая усиленно развивается при низкой кислотности и подавляет при этом остальную. Вследствие этого, происходит дисбаланс микрофлоры рубца, последствием которого является нарушение биосинтетических процессов, продуцирующих необходимый для

здоровья и продуктивности набор летучих жирных кислот. Как правило, в дальнейшем при pH 5,5 ацидоз рубца переходит в метаболический ацидоз. При этом нарушается pH внутренней среды всего организма [5, 11]. В дальнейшем ацидотическое состояние ведет к нарушению проницаемости плацентарного барьера, снижая его способность избирательно пропускать или задерживать транспортировку в плод и эмбрион циркулирующих в крови матери веществ. Вследствие этого кислые продукты из материнской крови почти беспрепятственно переходят в фетальную кровь, вызывая метаболические сдвиги в организме плода. В итоге, происходят изменения в устойчивости иммунитета и других органов, снижается резистентность и уровень иммунной реактивности, что сопровождается высокой заболеваемостью и гибелью телят в первые дни жизни. Кроме того, накопление кислот вызывает выход воды из тканей в кишечник, что вызывает диарею. Повышение кислотности в ЖКТ приводит не только к отмиранию в рубцовой жидкости традиционной микрофлоры, но и к возникновению патогенной микрофлоры с риском внутреннего отравления и даже летального исхода (синдром внезапной смерти). Таким образом, происходит гибель бактерий, отвечающих за переваривание грубых кормов, как следствие, снижается уровень расщепления клетчатки и повышается конверсия (возврат непереваренного корма) [13]. Поскольку молочный жир синтезируется из продуктов расщепления клетчатки, то низкая жирность молока является одним из признаков ацидоза. В желудочно-кишечном тракте образуется высокий уровень молочной кислоты, который вызывает заболевания слизистой оболочки ЖКТ, вплоть до воспаления, эрозий и язв.

Следует помнить, что имеется высокая зависимость между степенью заболевания ацидозом и снижением содержания бета-каротина и витамина А в крови коров. Являясь результатом снижения численности микроорганизмов, участвующих в его усваивании из корма, или, в зависимости от степени кислотности, их полном отсутствии в рубце, это, в свою очередь, напрямую отражается на задержках последа при отеле, на размерах плода, его выживаемости, на заболеваниях эндометритом коров после отеля, увеличении срока сервис-периода и на уровне прохолостов в стаде. При раздое практически все пораженные ацидозом коровы подвержены заболеванию кетозом. Это также связано с уменьшением состава и численности микроорганизмов в рубце, что прежде всего пагубно отражается на обеспечении организма животного энергией. В этот период приходится восполнять недостающую энергию организма коровы при раздое (защищённым жиром, пропиленгликолем) – очень хлопотное и дорогостоящее занятие.

Методика и объекты исследования

Исследования являлись частью регистрационных испытаний консерванта «Каросил» и проводились Отраслевой научно-исследовательской лабораторией качества кормов (ОНИЛКК) Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси в рамках договора «Оценка питательной ценности кукурузного силоса, заложенного в производственных условиях с применением биологического консерванта «Каросил» в сравнении с другими биоконсервантами-аналогами («Биоконсервант №1», «Биоконсервант №2»).

Объектом исследований являлись образцы консервированных кормов (силос), при закладке которых использовались различные биоконсерванты. Для приготовления силоса использовали оптимальную дозировку консерванта «Каросил» 1 г на 1 т консервируемого кукурузного сырья. Дозировка «Биоконсервант №1» – 1 г/т ЗМ, «Биоконсервант №2» – 0,5 г/т ЗМ.

Исследуемый новый биологический консервант «Каросил» содержит 2 штамма гомоферментативных *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus Faecium*, вырабатывающих только молочную кислоту и 3 штамма гетероферментативных лакто- и пропионовокислых бактерий: *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum*, *Propionibacterium shermanii*, вырабатывающих уксусную и пропионовую кислоты для обеспечения равновесия органических кислот в силосуемой зеленой массе и придания аэробной стабильности при дальнейшем хранении и выемке корма из траншеи, избегая вторичной ферментации и согревания массы; пропионовокислые бактерии активно принимают участие в дображивании молочной кислоты с переработкой ее в уксусную, далее пропионовую кислоты. Количество молочнокислых бактерий, заявленных в Каросил, с общим содержанием бактерий $1,0 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г (для конкуренции с аналогами из ЕС).

«Биоконсервант №1». В составе четыре культуры лактобацилл из штаммов гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus*: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus paraplantarum*, *Lactobacillus casei*, вырабатывающих только лишь молочную кислоту, консервирующих зеленую массу. Применяется почти на всем силосуемом сырье, кроме плющенного зерна. Характерно отсутствие в составе штаммов молочнокислых бактерий, вырабатывающих уксусную кислоту и пропионовокислых бактерий, вырабатывающих пропионовую кислоту для повышения аэробной стабильности силосуемой массы. Количество молочнокислых бактерий, заявленных в «Биоконсервант №1», с общим содержанием бактерий $1,0 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г; это количество завышенное, по требованиям в Отраслевом Республиканском Регламенте РБ «Основные технологические принципы заготовки качественных кормов» (2014 г.) утв. Минсельхозпродом, белорусскими учеными четко установлен нижний предел – не менее $1 \cdot 10^{10}$ КОЕ/г, который необходим для эффективного протекания молочнокислого брожения. Закладка высокого КОЕ позволяет конкурировать препарату с импортными аналогами из ЕС.

«Биоконсервант №2» 1 штамм гомоферментативный *Lactobacillus plantarum*, вырабатывающий только молочную кислоту, и 3 штамма гетероферментативных лакто- и пропионовокислых бактерий – *Lactobacillus*

buchneri, *Lactobacillus diolivorans*, *Propionibacterium shermanii*, вырабатывающих уксусную и пропионовую кислоты для обеспечения равновесия органических кислот в силосуемой зеленой массе и придания аэробной стабильности при дальнейшем хранении и выемке корма из траншеи. Общее количество молочнокислых и пропионовокислых бактерий, заявленных в «Биоконсервант №2», не менее $1,0 \cdot 10^{10}$ КОЕ/г, но по факту производитель закладывает всегда большее количество с учетом хранения в плюсовых условиях.

Экспериментальные траншеи силосов заложены в производственных условиях следующих предприятий: ОАО «Алексеевичи-Агро» (Дрогичинский район); УП «Савушкин Луч» (Березовский район); СУП «Хотиславский» (Малоритский район).

Химический состав и питательная ценность силосов определялась в ОНИЛКК Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси.

Результаты и их обсуждения

В составе биологического консерванта «Каросил», по данным производителя, находятся 3 штамма молочнокислых палочковидных бактерий рода *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus buchneri*, 1 штамм молочнокислых кокковидных бактерий рода *Enterococcus faecium*. Данные штаммы активные кислотообразователи (быстрое снижение pH до 4,0 и ниже), характеризующиеся высокой энергией роста, широким спектром сбраживаемых углеводов растительной массы); они позволяют осуществлять как гомоферментативное, так и гетероферментативное молочнокислое брожение с образованием молочной, уксусной и янтарной кислот. В состав также введен 1 штамм пропионовокислых бактерий рода *Propionibacterium freudenreichii* вырабатывающий уксусную и пропионовую кислоты для обеспечения присущих им вышеперечисленных функций при силосовании.

Анализ химического состава и питательной ценности силосов показал, что внесение биологического консерванта «Каросил» при закладке силосов способствует хорошей сохранности и оказывает положительное влияние на качество приготовленного корма, соответствуют высшему и первому классу качества. Образцы силосов, при закладке которых использовался «Биоконсервант №2» (ОАО «Охово», Пинский р-н – II, III класс качества; СУП «Хотиславский», Малоритский район – I, II класс качества; ОАО «Алексеевичи-Агро», Дрогичинский район – I класс качества). Образцы силосов, заготовленных с применением «Биоконсервант №1» (ОАО «Алексеевичи-Агро – III класс качества; УП «Савушкин Луч – I класс качества).

В опытных траншеях кукурузного силоса, заложенных с биологическим консервантом «Каросил», активная кислотность (pH) – 4,06 при влажности зеленой массы (ЗМ) 74,76% (первый класс, ОАО «Алексеевичи-Агро»); (pH) – 3,84; 3,8 при влажности 70-71% (первый класс, СУП «Савушкин-Луч»). Соотношение органических кислот (молочная/уксусная) в кукурузном силосе, заложенном с опытным биоконсервантом «Каросил», составило: 68%/32% (ОАО «Алексеевичи-Агро»); 83%/17% и 78%/22% (СУП «Савушкин-Луч»). В исследуемых образцах оно соответствовало показателям повышенного кислотообразования при внесении консерванта «Каросил» и нормальном процессе молочнокислого брожения со смещением в сторону большего образования молочной кислоты, т.к. превышение более 50% уксусной кислоты в силосуемой массе приводит к снижению поедаемости силоса животными и вызывает глубокие нарушения физиологических процессов пищеварения у КРС. В образцах кукурузного силоса, заложенного с консервантами-аналогами, активная кислотность (pH) – 3,87 при влажности ЗМ = 73% (1-й класс, ОАО «Алексеевичи-Агро», «Биоконсервант №2»); (pH) – 3,87 при влажности ЗМ = 74% (первый класс, ОАО «Охово», «Биоконсервант №2»); (pH) – 3,73 при влажности ЗМ = 70% (третий класс, СУП «Савушкин-Луч», «Биоконсервант №1»). Применение биологического консерванта «Каросил» способствовало стабильному сохранению в образцах корма сырого протеина (7,8–9,06%) и достижению обменной энергии на уровне 9,4–9,6 МДж/кг против 9,1–9,6 МДж/кг у «Биоконсервант №1»; «Биоконсервант №2» обеспечивал данный показатель в интервале 9,0–9,6 МДж/кг.

Заключение

Проведен зоотехнический анализ образцов кукурузного силоса, при закладке которого использовался биологический консервант «Каросил», и проведен мониторинг сохранности корма по сравнению с кукурузными силосами, заложенными с применением консервантов-аналогов («Биоконсервант №1», «Биоконсервант №2»).

Анализ химического состава и питательной ценности силосов показал, что внесение биологического консерванта «Каросил» при закладке силосов способствует хорошей сохранности и оказывает положительное влияние на качество приготовленного корма – он соответствует высшему и первому классу качества. Полученные в результате исследований данные позволяют рекомендовать биоконсервант «Каросил» для дальнейших исследований и внедрения в производственную практику после установленной действующим законодательством регистрации.

Список использованных источников

1. Артемов, И.А. Первоклассные корма – главный ресурс укрепления кормовой базы / И.А. Артемов, Р.Н. Черных, В.М. Первушин [и др.] // Кормопроизводство. – 2001. – № 12. – С. 9.
2. Таранов, М.Т. Биохимия кормов / М.Т. Таранов, А.Х. Сабиров. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

3. Варакин, А.Т. Обмен веществ и молочная продуктивность коров черно-пёстрой породы при скармливании им люцернового силоса, приготовленного с новым консервантом / А.Т. Варакин, В.В. Саломатин, Д.В. Николаев, Н.В. Саломатина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2008. – № 4 (12). – С.138–144.
4. Боярский, Л.Г. Технология кормов и полноценное кормление сельскохозяйственных животных / Л.Г. Боярский // Феникс. – Ростов-на-Дону, 2001. – 414 с.
5. Лаптев Г. Сравнение способов консервирования корма / Г. Лаптев, В. Солдатова, В. Санец // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 2. – С. 18–19.
6. Стрекозов, Н.И. Молочное скотоводство России / Н.И. Стрекозов, Х.А. Амерханов. – М., 2006. – 604 с.
7. Абраскова, С.В. Некоторые вопросы использования консервантов при заготовке кормов / С.В. Абраскова, В.В. Гракун // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 7. – С. 18–20.
8. Зубрилин, А.А., Мишустин, Е.Н. Силосование кормов. – М.: АН СССР. – 1958. – 255 с.
9. Вулфорд, М. Силос, сенаж: руководство по заготовке / М. Вулфорд. – Киев: Олтек Украина, 2007. – 52 с.
10. Kung, Jr. A review on silage additives and enzymes / Jr. Kung // Department of Animal and Food Sciences. University of Delaware Newark. – 2010. – PP. 1287–1303.
11. Сульtimoва, Т.Д. Биологический консервант на основе штамма *Lactococcus lactis subsp. lactis* F-116 / Т.Д. Сульtimoва, Л.Г. Стоянова, В.Ж. Цыренов // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. – 2013. – Т. 44. – С. 91–98.
12. Ибраимова, Ж.К. Исследование эффективности силосования различного растительного сырья с применением некоторых видов молочнокислых бактерий в качестве консервантов / Ж.К. Ибраимова, А.Р. Рустенов, Н.Ж. Елеугалиева, Е.А. Олексиевич // Биотехнология: теория и практика. – 2013. – № 3. – С. 41–45.
13. Тищенко, П.И. Биотехнологические основы использования микробных и ферментных препаратов в кормопроизводстве и кормлении животных: Автореф. дис. ... докт. биол. наук., Боровск, 2004. – С. 44.

EVALUATION OF THE QUALITY OF CANNED FEED WITH THE APPLICATION OF THE PRESERVATIVE KAROSIL

Z.A. ZAITSEVA

Studies have been carried out on the quality of canned feed prepared with the use of a new preservative Karosil. The conducted studies were part of the successfully completed registration trials of the preservative. The chemical composition and nutritional value of silos prepared with the use of this preservative indicate good preservation and its positive effect on the quality of the prepared feed. Silos correspond to the highest and first class of quality.

УДК 631.445.2:631.821:633.321

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Л.Н. Иовик, А.Н. Ажгиревич, М.М. Дашкевич

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье приведены расчетные данные агрономической эффективности различных доз доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести при возделывании клевера лугового на дерново-подзолистой супесчаной почве. Показано, что при применении полупорных доз известковых мелиорантов установлена наилучшая окупаемость зеленой массой.

Ключевые слова: доломитовая мука, дефекат, мелиорант на основе карбидной извести, клевер луговой, дерново-подзолистая супесчаная почва

Введение

Кислая реакция почвенной среды является причиной недобора урожаев сельскохозяйственных культур и слабой эффективности удобрений. Действенной мерой для устранения избыточной кислотности почвы является известкование [1]. Мелиоративное известкование проводится на почвах I и II групп кислотности и поддерживающее – III и IV групп [2].

Белорусские ученые долгие годы занимаются изучением агрономической эффективности известкования, влияния извести на свойства почвы, сравнительной эффективности разных форм известковых мелиорантов, отношения культур-кальциефобов к известкованию, нуждаемости различных почв в извести и разработкой оптимальных приемов известкования [3].

Наиболее часто используемым в Беларуси известковым материалом является доломитовая мука, которая не только нейтрализует кислую реакцию почвы, но и обогащает ее кальцием и магнием. Известно, что интенсивность накопления магния опережает накопление кальция, однако избыток магния в почве не оказывает отрицательного влияния на урожайность большинства сельскохозяйственных культур, пока кальция в почве существенно больше, чем магния [4]. В этой связи в перспективе может возникнуть задача использования мелиорантов, не содержащих магния.

В то же время важными задачами агрономелиорации являются снижение затрат на известкование и разработка энергосберегающих технологий применения известковых мелиорантов. Себестоимость доломитовой муки определяется затратами на добычу доломита и производственные технологические операции (дробление, сушку, размол и др.). Все это в конечном итоге сказывается на отпускной цене готового продукта. Так, стоимость 1 тонны доломитовой муки марки А ОАО «Доломит» составляет около 13,5 долларов США.

Эффективным приемом по снижению затрат на известкование может служить использование кальцийсодержащих отходов местных предприятий, таких как дефекат (фильтрационный осадок сахарного производства) и карбидная известь (отход от производства ацетилена). Полесским аграрно-экологическим институтом НАН Беларуси разработан мелиорант на основе карбидной извести [5]. Его производство является менее энергоемким ввиду отсутствия затрат на добычу сырья и исключения некоторых этапов получения конечного продукта по сравнению с доломитовой мукой. Оценка агрономической эффективности применения мелиоранта на основе карбидной извести под различные культуры позволит установить его окупаемость получаемой сельскохозяйственной продукцией.

Целью наших исследований являлось определение агрономической эффективности применения различных видов и доз известковых мелиорантов при возделывании клевера лугового на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Методика и объекты исследования

Многолетний стационарный опыт был заложен в 2016 г. на дерново-подзолистой временно избыточно увлажненной супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком (СПК «Чернавчицы», Брестский р-н). Клевер луговой возделывали в звене севооборота: кукуруза – яровой ячмень с подсевом клевера (клевер 1 г.ж.) – клевер 2 г.ж. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы до закладки опыта имела следующие показатели: pH_{KCl} 4,5–4,9, гумус – 2,0–2,4 %, подвижные формы P_2O_5 – 254–411 мг/кг и K_2O – 300–399 мг/кг, обменные CaO – 605–699 мг/кг и MgO – 307–360 мг/кг. Согласно агрохимическим грациям [6], почва опытного участка по степени кислотности относилась ко II группе и являлась среднекислой, а также имела низкое содержание кальция и высокое – фосфора, калия и магния.

Схема опыта включала 14 вариантов в четырехкратной повторности и предусматривала контроль (без применения удобрений и мелиорантов) и внесение минеральных удобрений ($P_{40}K_{60}$) в качестве фона. Известковые мелиоранты (доломитовая мука, дефекат и мелиорант на основе карбидной извести) вносили под кукурузу в

дозах 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0, рассчитанных по гидролитической кислотности почвы, и оценивали их последствие. Посев клевера осуществляли в 2017 г. под покров ярового ячменя Скарб до появления его всходов. Уборку покровной культуры производили в фазу полной спелости зерна. Перед уходом на зиму клевер подкашивали на уровне стерни ячменя (на высоте 8–10 см).

В опыте применялись: доломитовая мука (ОАО «Доломит»), дефекат Жабинковского сахарного завода и мелиорант на основе карбидной извести ООО «ДельтаАГАЗ» (Брестский р-н) (таблица 1). Мелиорант на основе карбидной извести (ТУ ВУ 200035715.002–2017) представляет собой однородную сыпучую массу в виде муки с легким ацетиленовым запахом, белого цвета, влажностью не более 10 % и насыпной плотностью 750 г/л.

Таблица 1 – Химический состав известковых мелиорантов, % на естественную влажность

Показатель	Доломитовая мука	Дефекат	Мелиорант на основе карбидной извести
Влажность	1,0	14,0	8,0
N	следы	0,52	следы
P ₂ O ₅	0,03	0,68	следы
K ₂ O	0,13	0,77	0,40
CaO	35,00	39,20	60,98
MgO	21,00	следы	0,13

Общая площадь делянки составляла 30 м², учетная – 20 м². Учет урожая зеленой массы клевера второго года жизни проводили в 2018 г. в два укоса в фазу бутонизации-начала цветения. Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7]. Определение агрономической эффективности мелиорантов производилось согласно [8].

Результаты и их обсуждение

Последствие половинной, полной, полуторной и двойной доз доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести на третий год после внесения оценивали по результатам двух укосов зеленой массы клевера лугового (таблица 2). В контрольном варианте опыта урожайность зеленой массы была минимальной в опыте и составила 317 ц/га. Внесение фосфорных и калийных удобрений в дозе P₄₀K₆₀ дополнительно увеличивало урожай на 80 ц/га.

Применение известковых мелиорантов способствовало дополнительному росту урожая в среднем еще на 12 %. При этом величина прибавки урожайности по известкованным вариантам составила в среднем: 7–95 ц/га для доломитовой муки, 12–73 ц/га для дефеката и 26–74 ц/га для мелиоранта на основе карбидной извести.

Результаты исследований показали, что в опыте максимальные прибавки урожая обеспечивали полуторные дозы (1,5 Нг) известковых мелиорантов. Их размер достигал уровня 73–95 ц/га. При этом самый высокий показатель прироста урожая зеленой массы был отмечен для доломитовой муки (примерно в 1,3 раза выше, чем для дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести). В то же время рост продуктивности происходил по мере увеличения дозы мелиорантов до достижения полуторного значения, тогда как дальнейшее повышение дозы до уровня 2,0 Нг приводило к снижению прибавок в 1,2–1,9 раза. Таким образом, наименьшие прибавки при известковании доломитовой мукой, дефекатом и мелиорантом на основе карбидной извести в дозе 0,5 Нг составили 7–26 ц/га. Двойные дозы мелиорантов увеличивали урожай зеленой массы до уровня 46–60 ц/га.

Таблица 2 – Агрономическая эффективность известковых мелиорантов при возделывании клевера лугового (2018 г.)

Варианты опыта	Урожайность зеленой массы, ц/га	Прибавка, ц/га			Окупаемость, кг зеленой массы		Сбор к.ед., ц/га
		к контролю	от извест- кования	от увеличения дозы мелиоранта	1 т мелиоранта	1 кг РК	
1. Контроль (без удобрений и мелиорантов)	317	-	-	-	-	-	66,6
2. P ₄₀ K ₆₀ – фон	397	80	-	-	-	80,0	83,4
3. Фон + Последнействие доломитовой муки 2,3 т/га (0,5 Нг)	404	87	7	-	304	83,9	84,8
4. Фон + Последнействие доломитовой муки 4,6 т/га (1,0 Нг)	425	108	28	21	609	104,2	89,3
5. Фон + Последнействие доломитовой муки 6,9 т/га (1,5 Нг)	492	175	95	67	1377	168,8	103,3
6. Фон + Последнействие доломитовой муки 9,2 т/га (2,0 Нг)	457	140	60	-35	652	135,0	96,0
7. Фон + Последнействие дефеката 2,9 т/га (0,5 Нг)	409	92	12	-	414	88,7	85,9
8. Фон + Последнействие дефеката 5,7 т/га (1,0 Нг)	429	112	32	20	561	108,0	90,1
9. Фон + Последнействие дефеката 8,6 т/га (1,5 Нг)	470	153	73	41	849	147,6	98,7
10. Фон + Последнействие дефеката 11,4 т/га (2,0 Нг)	443	126	46	-27	404	121,5	93,0
11. Фон + Последнействие мелиоранта на основе карбидной извести 2,0 т/га (0,5 Нг)	423	106	26	-	1300	102,2	88,8
12. Фон + Последнействие мелиоранта на основе карбидной извести 4,0 т/га (1,0 Нг)	452	135	55	29	1375	130,2	94,9
13. Фон + Последнействие мелиоранта на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нг)	471	154	74	19	1213	148,5	98,9
14. Фон + Последнействие мелиоранта на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нг)	455	138	58	-16	716	133,1	95,6
НСР ₀₅	40,2						

При оценке результатов известкования важным моментом является определение агрономической эффективности применения различных доз мелиорантов. Данный показатель выражается оплатой единицы мелиоранта прибавкой полученной продукции.

Величина окупаемости урожаем зеленой массы клевера зависела от продуктивности культуры и концентрации элементов питания во вносимых дозах известковых материалов (рисунок 1).

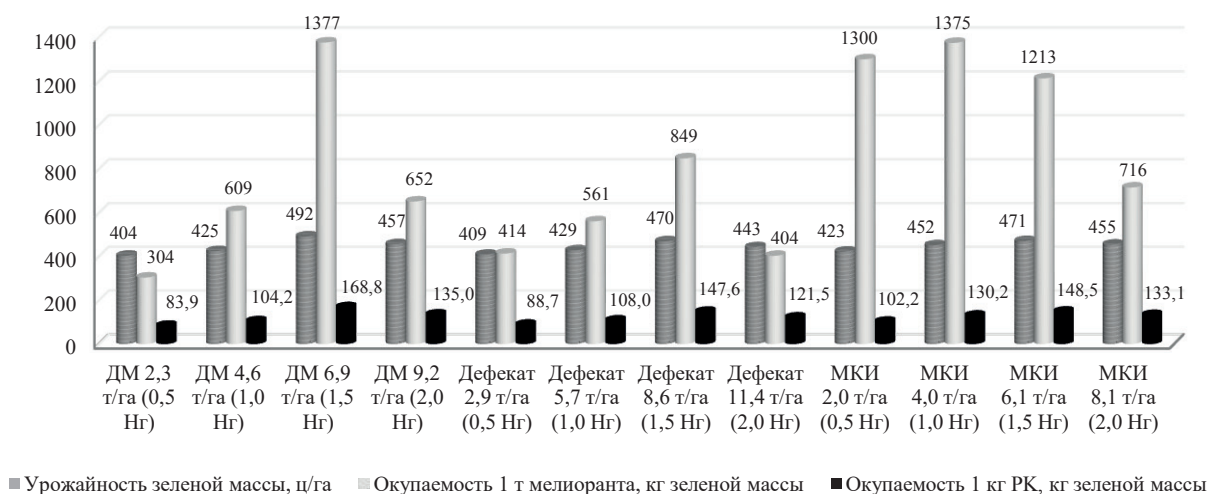


Рисунок 1 – Агрономическая эффективность доломитовой муки (ДМ), дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести (МКИ) при возделывании клевера лугового

В среднем по опыту, оплата 1 т мелиорантов составляла 815 кг зеленой массы клевера. При применении доломитовой муки окупаемость 1 тонны находилась на уровне 304–1377 кг, дефеката – 404–849 кг и мелиоранта на основе карбидной извести – 716–1375 кг. Наиболее высокие значения оплаты зеленой массой отмечены для всех доз мелиоранта на основе карбидной извести (1151 кг). Несколько хуже окупалось внесение доломитовой муки (735 кг) и дефеката (557 кг). В то же время самые большие величины данного показателя установлены при известковании полуторной дозой доломитовой муки и полной дозой мелиоранта на основе карбидной извести. Минимальное значение оплаты зеленой массой отмечено для стартовой дозы доломитовой муки (0,5 Нг) – 304 кг.

Важным показателем, также характеризующим агрономическую эффективность, является величина окупаемости 1 кг минерального фосфора и калия, вносимых с возрастающими дозами известковых мелиорантов. При применении минеральных удобрений в дозе $P_{40}K_{60}$ окупаемость 1 кг РК была минимальной в опыте и составляла 80,0 кг зеленой массы. Внесение известковых мелиорантов на фоне минеральных удобрений способствовало увеличению данного показателя в среднем на 42,7 кг. Применение полуторных доз известковых мелиорантов обеспечило наилучшую окупаемость 1 кг РК на уровне 147,6–168,8 кг, причем максимальная величина показателя отмечена для доломитовой муки. В то же время ее стартовая доза (0,5 Нг) незначительно увеличила оплату зеленой массой в сравнении с фоновым значением (лишь на 3,9 кг) и в целом среди произвесткованных вариантов находилась на самом низком количественном уровне. Следует отметить, что по мере увеличения дозы мелиорантов увеличивалась и окупаемость 1 кг РК, однако при внесении их двойной дозы происходило снижение данного показателя до 121,5–135,0 кг.

Для представления фактической продуктивности пашни путем перевода полученной растениеводческой продукции в кормовые единицы пользуются величиной сбора кормовых единиц с единицы посевной площади. В опыте установлено, что сбор кормовых единиц напрямую зависел от урожайности зеленой массы клевера и имел такие же закономерности в числовом выражении. Так, наиболее высокий сбор кормовых единиц обеспечивали варианты с применением полуторных доз известковых мелиорантов на уровне 98,7–103,0 ц/га при максимальном значении, установленном для доломитовой муки. Самые низкие величины сбора отмечены для минимальных доз мелиорантов – 84,8–88,8 ц/га. При применении двойной их дозы наблюдалось снижение сбора кормовых единиц до 93,0–96,0 ц/га.

Выводы

Таким образом, при возделывании клевера лугового на зеленую массу на дерново-подзолистой супесчаной почве наиболее высокую окупаемость имеют 1 т доломитовой муки и мелиоранта на основе карбидной извести, внесенные в полуторных дозах (6,9 и 6,1 т/га соответственно), – 1375–1377 кг. Максимальная окупаемость 1 кг РК на уровне 168,8 кг зеленой массы достигается при применении 6,9 т/га (1,5 Нг) доломитовой муки.

Исследования выполнены в рамках ГПНИ «Природопользование и экология» на 2016–2020 гг. задание 1.11 «Комплексная оценка агроэкологических рисков в условиях Полесского региона и научное обоснование способов получения новых известковых мелиорантов и органических удобрений из производственных отходов», № ГР 20163027.

Список использованной литературы

1. Богдевич, И.М. Магниевые удобрения на дерново-подзолистых почвах (аналитический обзор) / И.М. Богдевич, О.Л. Ломонос. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2009. – 40 с.
2. Инструкция о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель : утв. М-вом сель. хоз-ва и продов. Респ. Беларусь 18.01.19. – Минск : Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 2019. – 22 с.
3. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси / Н.В. Клебанович, Г.В. Василюк. – Минск : БГУ, 2003. – 322 с.
4. Богдевич, И.М. Динамика степени кислотности, обеспеченности кальцием и магнием пахотных и луговых почв Беларуси в результате известкования / И.М. Богдевич, О.Л. Ломонос, О.М. Таврыкина // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1(52). – С. 159–172.
5. Мелиорант на основе карбидной извести : пат. ВУ 23139 / Л.Н. Иовик, Е.В. Жавнерчик, В.А. Сатишур. – Оpubл. 30.10.2020.
6. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.] ; Ин-т почвоведения и агрохимии ; под ред. акад. В.В. Лапа. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 260 с.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.] / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 25 с.

AMELIORANTS EFFECTIVENES ON THE SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL BY CLOVER CULTIVATION L.M. IOVIK, A.M. ASHGIREVICH, M.M. DASHKEVICH

During clover cultivation on sod-podzolic sandy loam soil, the highest payback (1375–1377 kg) achieved by dolomite flour and carbide lime ameliorant, introduced in one and a half doses (6.9 and 6.1 t/ha, respectively). The maximum payback of 1 kg PK is obtained with the use of 6.9 t/ha of dolomite flour (168.8 kg of green mass).

УДК 631.816:633:631.445.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ГИБЕРЕЛОН И ЭТАМОН БИО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Т.М. Кирдун, Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева, Ю.А. Белявская

РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь

В статье представлены данные по агрономической эффективности регуляторов роста Гиберелон и Этамон Био при возделывании овощных культур на дерново-подзолистой супесчаной почве. Наибольшую прибавку плодов огурца (10–13 %) и томата (8–16 %) обеспечили некорневые обработки регуляторами роста Этамон Био в два приема в дозе по 5 г/10 м² и Гиберелон в дозе по 20 г/га дважды за сезон по посевам огурца и в три приема по посадкам томата.

Ключевые слова: регуляторы роста Гиберелон и Этамон Био, огурец, томат, урожайность, нитраты

Введение

Без применения современных средств химизации сельского хозяйства невозможно получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Для реализации их максимальной продуктивности наряду с использованием минеральных и органических удобрений, средств защиты растений, важным элементом современных агрономических технологий в растениеводстве является применение регуляторов роста растений. Регуляторы роста растений – это органические вещества природного или синтетического происхождения, влияющие на процессы роста и развития растений. По характеру воздействия можно выделить две группы таких средств: стимуляторы, активизирующие развитие, и ингибиторы, временно вызывающие его торможение.

Современные стимуляторы роста растений незаменимы для повышения всхожести и энергии прорастания семян, способны повышать устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, а также рассматриваются как экологически чистый и экономически выгодный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур [1]. На сегодняшний день белорусский рынок предлагает достаточное количество стимуляторов роста, но актуальным остается вопрос, какой стимулятор роста выбрать и как правильно его использовать, поскольку каждый из ростостимулирующих препаратов создан для стимулирования роста, развития и повышения продуктивности определенных культур [2, 3].

Гиберелон – регулятор роста растений стимулирующего действия, активизирует рост и развитие вегетативных и репродуктивных органов, положительно влияет на завязывание плодов, размер и формы плодов, устраняет процессы растрескивания плодов.

Этамон Био – регулятор роста, воздействует преимущественно на корневую систему растений, стимулирует образования новых и усиливает рост имеющихся корней за счет активации процессов образования в клетках корневой системы особо легко усвояемых форм органического азота и фосфора; благодаря этому эффекту оказывает стимулирующее действие на растение в целом, обеспечивая увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, повышение в них содержания питательных веществ, положительно влияет на растения после действия стрессовых явлений.

Цель исследований – установить эффективность регуляторов роста Гиберелон и Этамон Био при возделывании огурца и томата в открытом грунте на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Объекты и методы исследования

Исследования по изучению агрономической эффективности регуляторов роста Гиберелон и Этамон Био при возделывании огурца и томата проводили в краткосрочных полевых опытах на дерново-подзолистой супесчаной почве в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района Минской области. Площадь опытных делянок – 10 м², расположение – систематическое, повторность – трехкратная. Перед закладкой полевых опытов почва опытного участка характеризовалась слабокислой реакцией почвенной среды (рНКСI 5,78), очень высоким содержанием гумуса (3,13 %) и подвижных форм калия (499 мг/кг), высоким содержанием подвижных форм фосфора (348 мг/кг), повышенным содержанием обменных форм магния (162 мг/кг), средним содержанием обменных форм кальция (1028 мг/кг), цинка (3,22 мг/кг) и бора (0,34 мг/кг), низким содержанием подвижных форм меди (1,48 мг/кг) и обменных форм марганца (1,55 мг/кг) почв.

Азотные, фосфорные и калийные удобрения в виде карбамида, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия внесены весной под дискование до посева огурца и высадки рассады томата. Некорневые обработки посевов огурца регулятором роста Гиберелон проводили в фазы начало цветения и массового цветения; Этамон Био – в фазу массового цветения и через 10 дней после первой обработки; регуляторы роста Экосил (стандарт для Гиберелона) и Эпин плюс (стандарт для Этамон Био) применяли в четыре срока – в фазы 2–4 настоящих листьев, начало цветения, массового цветения и через 7 дней после третьей обработки. В период вегетации посадки томата регуляторами роста Гиберелон, Экосил (эталон 1) и Эпин плюс (эталон 2)

обрабатывали в фазы цветения 1-й, 2-й и 3-й кистей; Этамон Био – в фазу массового цветения и через 10 дней после первой обработки.

Агротехника возделывания изучаемых культур в полевых опытах общепринятая для Республики Беларусь, включающая предпосевную обработку почвы, интегрированную систему защиты растений от сорной растительности, вредителей и болезней. Уборку и учет урожайности огурца и томата проводили сплошным методом поделяночно. Для статистической обработки экспериментального материала применяли метод дисперсионного анализа с использованием программы MS Excel 2010.

В образцах плодов огурца и томата определяли следующие показатели: содержание влаги и сухого вещества – по ГОСТ 27548-97, общий азот, фосфор, калий из одной навески после мокрого озоления серной кислотой: азот – методом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-93), фосфор – на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26657-85), калий – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504-97), кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре (ГОСТ 26570-95, ГОСТ 30502-97), содержание нитратов – ионометрическим методом (ГОСТ 13496.19-2015).

Результаты исследований и их обсуждение

Огурец. В результате проведенных исследований в опыте с огурцом установлено, что некорневые обработки регулятором роста Гиберелон в фазу начало цветения в дозах 20 и 80 г/га не оказали достоверного влияния на длину главного стебля огурца при замере через 10 дней после обработки (таблица 1). После проведения второй обработки данным препаратом в фазу массового цветения максимальный эффект по влиянию на рост огурца получен в варианте, где его применяли в дозе 20 г/га: средняя длина растений сформирована на уровне 82,0 см, что на 6,2 см (+8 %) выше относительно минерального фона.

При измерении длины растений огурца после некорневых обработок посевов регулятором роста Этамон Био в фазу массового цветения и через 10 дней наилучший показатель зафиксирован в варианте, где его применяли в дозе (5 + 5) г/10 м² – прирост относительно фона (N₁₅₀P₉₀K₁₅₀) составил 10–11 %. В остальных вариантах с применением регуляторов роста положительного влияния на рост огурца в период вегетации не отмечено – средняя высота растений была на уровне минерального фона.

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста растений Гиберелон и Этамон Био на высоту растений огурца, см (среднее за 2020–2021 гг.)

Вариант	Срок замера		
	13–15 июля	23 июля	02–03 августа
Без удобрений (контроль)	47,4	61,6	79,2
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₅₀ – фон	55,9	75,8	102,6
Фон + Экосил, (30 + 30 + 30 + 30) мл/га – стандарт 1	52,6	78,4	–
Фон + Гиберелон, (20 + 20) г/га	56,3	82,0	–
Фон + Гиберелон, (80 + 80) г/га	54,9	77,7	–
Фон + Эпин плюс, (0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,08) мл/10 м ² – стандарт 2	–	77,6	105,8
Фон + Этамон Био, (5 + 5) г/10 м ²	–	83,3	113,7
Фон + Этамон Био, (7,5 + 7,5) г/10 м ²	–	76,8	106,5
НСР05	4,1	5,9	7,8

Примечание: определение высоты растений проводили через 7–11 дней после обработки посевов регуляторами роста.

За счет плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы в погодных условиях 2020–2021 гг. с одного гектара получено 190,5 ц плодов огурца, что характеризовалось наиболее низким показателем по опыту (таблица 2). Внесение минеральных удобрений в дозе N₁₅₀P₉₀K₁₅₀ позволило сформировать его урожайность на уровне 310,2 ц/га, что превышало аналогичный показатель в варианте без удобрений на 63 %.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста растений Гиберелон и Этамон Био на урожайность плодов огурца и томата, ц/га (среднее за 2020–2021 гг.)

Вариант	Урожайность	Прибавка	
		к контролю	к фону
Огурец			
Без удобрений (контроль)	190,5	–	–
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₅₀ – фон	310,2	119,7	–

Продолжение таблицы 2

Фон + Экосил, (30 + 30 + 30 + 30) мл/га – стандарт 1	329,3	138,8	19,1
Фон + Гиберелон, (20 + 20) г/га	341,9	151,4	31,7
Фон + Гиберелон, (80 + 80) г/га	303,3	112,8	-6,9
Фон + Эпин плюс, (0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,08) мл/10 м ² – стандарт 2	317,0	126,5	6,8
Фон + Этамон Био, (5 + 5) г/10 м ²	351,8	161,3	41,6
Фон + Этамон Био, (7,5 + 7,5) г/10 м ²	318,3	127,8	8,1
НСР ₀₅	22,0		
Томат			
Без удобрений (контроль)	384,6	–	–
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₅₀ – фон	536,4	151,8	–
Фон + Экосил, (100 + 100 + 100) мл/га – стандарт 1	574,3	189,7	37,9
Фон + Гиберелон, (20 + 20 + 20) г/га	620,9	236,3	84,5
Фон + Гиберелон, (80 + 80 + 80) г/га	586,6	202,0	50,2
Фон + Эпин плюс, (0,08 + 0,08 + 0,08) мл/10 м ² – стандарт 2	558,2	173,6	21,8
Фон + Этамон Био, (5 + 5) г/10 м ²	577,8	193,2	41,4
Фон + Этамон Био, (7,5 + 7,5) г/10 м ²	572,2	187,6	35,8
НСР ₀₅	37,2		

Анализ урожайных данных показал, что при двукратной некорневой обработке посевов огурца регулятором роста Гиберелон в фазы начало цветения и массового цветения наиболее эффективно его применение в дозе по 20 г/га. Урожайность плодов в этом варианте достигла 341,9 ц/га, что на 10 % выше по сравнению с минеральным фоном; при этом относительно варианта с использованием регулятора роста Экосил наблюдалась лишь тенденция роста (на 12,6 ц/га). При увеличении дозы Гиберелона до (80 + 80) г/га наблюдалось снижение урожайности плодов на 38,6 ц/га или 11 % по сравнению с дозой (20 + 20) г/га. При двукратной некорневой обработке посевов огурца регулятором роста Этамон Био в фазу массового цветения, а затем через 10 дней после первой в дозе по 7,5 г/10 м² прибавка урожайности плодов по сравнению с фоновым вариантом (N₁₅₀P₉₀K₁₅₀) была недостоверной (+8,1 ц/га). Большой эффект по влиянию на урожайность возделываемой культуры отмечен при обработке посевов регулятором роста Этамон Био в дозе по 5 г/10 м². Урожайность плодов огурца в этом варианте составила 351,8 ц/га, что на 13 % выше относительно варианта с внесением минеральных удобрений.

В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве установлено, что при внесении минеральных удобрений в дозе N₁₅₀P₉₀K₁₅₀ содержание азота в плодах огурца в среднем за два года составило 3,21 %, фосфора – 1,54 %, калия – 4,31 %, кальция – 0,44 % и магния – 0,33 % (таблица 3). Достоверное увеличение относительно варианта без удобрений отмечено только для азота, колебания по зольным элементам питания были в пределах ошибки опыта.

Таблица 3 – Влияние регуляторов роста растений Гиберелон и Этамон Био на содержание нитратов и химический состав плодов огурца и томата (среднее за 2020–2021 гг.)

Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	NO ₃ ⁻ , мг/кг сырого вещества
	% в сухом веществе					
Огурец						
Без удобрений (контроль)	2,80	1,43	4,10	0,41	0,31	96
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₅₀ – фон	3,21	1,54	4,31	0,44	0,33	153
Фон + Экосил, (30 + 30 + 30 + 30) мл/га – стандарт 1	3,31	1,58	4,51	0,42	0,34	116
Фон + Гиберелон, (20 + 20) г/га	3,29	1,62	4,54	0,44	0,34	111
Фон + Гиберелон, (80 + 80) г/га	3,37	1,63	4,68	0,47	0,35	144

Продолжение таблицы 3

Фон + Эпин плюс, (0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,08) мл/10 м ² – стандарт 2	3,28	1,57	4,48	0,45	0,33	144
Фон + Этамон Био, (5 + 5) г/10 м ²	3,34	1,60	4,63	0,42	0,33	128
Фон + Этамон Био, (7,5 + 7,5) г/10 м ²	3,36	1,64	4,56	0,45	0,34	114
НСР ₀₅	0,31	0,15	0,4	0,05	0,04	12
Томат						
Без удобрений (контроль)	2,16	0,76	3,59	0,15	0,21	23
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₅₀ – фон	2,40	0,87	3,84	0,15	0,22	23
Фон + Экосил, (100 + 100 + 100) мл/га – стандарт 1	2,68	0,95	4,14	0,16	0,23	24
Фон + Гиберелон, (20 + 20 + 20) г/га	2,67	0,96	4,09	0,14	0,22	23
Фон + Гиберелон, (80 + 80 + 80) г/га	2,70	0,95	4,12	0,16	0,22	21
Фон + Эпин плюс, (0,08 + 0,08 + 0,08) мл/10 м ² – стандарт 2	2,55	0,91	3,92	0,16	0,21	23
Фон + Этамон Био, (5 + 5) г/10 м ²	2,57	0,94	3,98	0,15	0,21	24
Фон + Этамон Био, (7,5 + 7,5) г/10 м ²	2,58	0,89	4,02	0,15	0,21	24
НСР ⁰⁵	0,25	0,08	0,38	0,02	0,02	3

Химический анализ показал, что применение регуляторов роста в период вегетации растений огурца не повлияло на содержание основных элементов питания в плодах этой культуры. Содержание нитратов в плодах огурца в варианте без удобрений в среднем составило 96 мг NO₃-/кг. Внесение N₁₅₀P₉₀K₁₅₀ привело к их накоплению до 153 мг/кг, что было чуть выше установленной ПДК (150 мг/кг сырого вещества). Некорневая обработка посевов огурца регулятором роста Гиберелон дважды за сезон в дозе по 80 г/га позволила несколько снизить содержание нитратов в плодах до 144 мг/кг. Более низкая их концентрация (111 мг/кг) отмечена в варианте с применением этого препарата в дозе (20 + 20) г/га. Полученный показатель был на уровне варианта с использованием регулятора роста Экосил и на 27 % ниже, чем в фоновом варианте. Существенное снижение содержания нитратов в плодах (114–128 мг/кг) до допустимого уровня отмечено также при двукратной обработке посевов огурца регулятором роста Этамон Био в дозах по 5 и 7,5 г/10 м².

Томат. При замере средней высоты томата после трехкратного опрыскивания регулятором роста Гиберелон (в фазы цветения 1-й, 2-й и 3-й кистей) существенное повышение роста растений на 8 % по сравнению с фоном обеспечило только его применение в дозе по 20 г/га (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние регуляторов роста растений Гиберелон и Этамон Био на биометрические показатели растений томата, см (среднее за 2020–2021 гг.)

Вариант	Срок отбора		Средняя длина главного корня
	02-06 июля	12-20 июля	
Без удобрений (контроль)	43,4	46,6	17,9
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₅₀ – фон	50,4	54,7	21,9
Фон + Экосил, (100 + 100 + 100) мл/га – эталон 1	52,3	–	22,3
Фон + Гиберелон, (20 + 20 + 20) г/га	54,3	–	24,2
Фон + Гиберелон, (80 + 80 + 80) г/га	48,1	–	22,1
Фон + Эпин плюс, (0,08 + 0,08 + 0,08) мл/10 м ² – эталон 2	52,1	56,3	23,0
Фон + Этамон Био, (5 + 5) г/10 м ²	51,8	57,0	24,3
Фон + Этамон Био, (7,5 + 7,5) г/10 м ²	50,8	55,5	23,0
НСР ₀₅	3,8	4,8	1,5

Примечание: при обработке регулятором роста Гиберелон замер высоты томата выполнен через 10–15 дней после 3-й обработки, Этамон Био – через 10–14 дней после каждой обработки.

При увеличении дозы этого регулятора в четыре раза наблюдалась тенденция подавления роста растений томата, в результате чего их высота к отбору растительных образцов составила 48,1 см, что было на 2,3 см меньше, чем на минеральном фоне.

Некорневые обработки посадок регулятором роста Этамон Био независимо от сроков и доз его внесения, точно также, как и применение регуляторов роста Экосил и Эпин плюс не оказали существенного влияния на высоту растений в период роста и развития культуры относительно фонового варианта ($N_{150}P_{90}K_{150}$).

Данные по изменению средней длины главного корня растений показали, что внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние на анализируемый показатель, обеспечив его прирост на 4,0 см по сравнению с неудобренным вариантом. Применение регуляторов роста Этамон Био в два приема в дозе по 5 г/10 м² и Гиберелон трижды в период вегетации томата в дозе по 20 г/га обеспечили по опытным вариантам максимальное увеличение длины главного корня растений (в среднем на 11 %) относительно минерального фона. В остальных вариантах наблюдаемые тенденции не превышали ошибки опыта.

Анализ урожайных данных показал, что на фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{150}P_{90}K_{150}$ урожай плодов томата составил 384,6 ц/га, что значительно выше (на 39 %) относительно контроля.

Наиболее высокую урожайность (620,9 ц/га) по опыту обеспечила трехкратная некорневая обработка томата регулятором роста Гиберелон в дозе по 20 г/га по фону $N_{150}P_{90}K_{150}$. В данном варианте получена максимальная прибавка относительно фона (84,5 ц/га или 16 %). Применение более высокой дозы этого регулятора за вегетационный период, а также препарата Экосил не обеспечило дополнительный рост урожая по сравнению с дозой (20 + 20 + 20) г/га, установлено даже снижение на уровне 34,3–46,6 ц/га. Тем не менее в этих вариантах урожайность плодов томата была достоверно выше по сравнению с фоновым вариантом.

Некорневые обработки посадок томата регулятором роста Этамон Био в возрастающих дозах в два срока (в фазу массового цветения и через 10 дней после первой) также оказали положительное влияние на формирование плодов. Его применение в дозе (5 + 5) г/10 м² обеспечило сбор плодов с одного гектара на уровне 577,8 ц/га или на 41,8 ц/га больше, чем в варианте, где внесены только минеральные удобрения; прирост по сравнению с вариантом с использованием регулятора роста Эпин плюс – на уровне тенденции. Дальнейшее увеличение дозы регулятора роста Этамон Био до (7,5 + 7,5) г/10 м² не сказалось положительно на формировании урожая плодов томата.

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют об отсутствии влияния некорневых обработок посадок томата регулятором роста Этамон Био в возрастающих дозах на содержание основных элементов питания в плодах по сравнению с минеральным фоном ($N_{150}P_{90}K_{150}$). Не обнаружено также существенных изменений в содержании калия, кальция и магния в томате при его обработке регулятором роста Гиберелон по вегетирующим растениям трижды за сезон. Достоверный рост при использовании этого препарата отмечен только по азоту и фосфору: их накопление в плодах увеличилось до 2,67–2,70 % и 0,95–0,96 % соответственно (в фоновом варианте содержание азота составило 2,40 %, фосфора – 0,87 %). Содержание нитратов по опытным вариантам варьировало в пределах 21–24 мг/кг сырого вещества, что значительно ниже установленной ПДК нитратов для томата в открытом грунте (150 мг/кг).

Заключение

Таким образом при возделывании овощных культур в открытом грунте на дерново-подзолистой супесчаной почве наиболее высокую урожайность плодов огурца (341,9–351,8 ц/га) и томата (577,8–620,9 ц/га) обеспечили некорневые обработки регуляторами роста Этамон Био в два приема в дозе по 5 г/10 м² и Гиберелон в дозе по 20 г/га дважды за сезон по посевам огурца и в три приема по посадкам томата. Достоверная прибавка плодов огурца по сравнению с минеральным фоном составила 10–13 %, томата – 8–16 %. Применение этих регуляторов роста способствовало существенному снижению содержания нитратов в огурце (111–128 мг/кг против 153 мг/кг в фоновом варианте), их влияния на данный показатель в томате не установлено. Увеличение доз регуляторов роста Этамон Био и Гиберелон соответственно в полтора и четыре раза агрономически неэффективно.

Список использованных источников

1. Пономаренко, С.П. Регуляторы роста растений / С.П. Пономаренко. – Киев, 2003. – 319 с.
2. Филатова, В.И. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства / В.И. Филатова. – М.: Издательство «КолосС», 2004. – 245 с.
3. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И.Р. Вильдфлуш [и др.] – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.

THE EFFECTIVENESS OF GROWTH REGULATORS GIBERELON AND ETHAMON BIO IN THE CULTIVATION OF VEGETABLE CROPS ON SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL T.M. KIRDUN, T.M. SERAYA, E.N. BAHATYROVA, Y.A BELYAVSKAYA

The article presents data on the agronomic effectiveness of growth regulators Giberelon and Ethamon Bio in the cultivation of vegetable crops on sod-podzolic sandy loam soil. The greatest increase in cucumber fruits (10–13 %) and tomato (8–16 %) was provided by non-root treatments with growth regulators Ethamon Bio in two doses at a dose of 5 g/10 m² and Giberelon at a dose of 20 g/ha twice per season for cucumber crops and in three doses for tomato plantings.

УДК 631.524.84:633.179

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ КОРМОВЫХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕССКОГО РЕГИОНА

Н.Н. Костюченко¹, А.Н. Гапонюк¹, А.В. Сорока²

1. Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

2. РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино, Беларусь

Проведена оценка выхода кормовых единиц, сбора сырого протеина и питательности корма следующих однолетних трав: пайзы, суданской травы, чумизы и могоара. Установлено, что наиболее продуктивными однолетними культурами в условиях Полесского региона на дерново-подзолистой глееватой песчаной почве являются суданская трава и пайза. Самая высокая питательность корма отмечена у пайзы.

Ключевые слова: однолетние кормовые культуры, выход кормовых единиц, сбор сырого протеина, питательность корма

Введение

Однолетние кормовые культуры наряду с многолетними травами играют важную роль в создании прочной кормовой базы животноводства. Они являются одним из источников покрытия дефицита кормов в системе комбинированного зеленого конвейера в пастбищный период, а также являются сырьем для приготовления силоса, сенажа и зерносенажа, травяной муки. Важным биологическим свойством однолетних трав является их скороспелость: от сева до уборки на зеленый корм проходит немногим более двух месяцев, что дает возможность гарантированно получать за один вегетационный период дополнительно один-два урожая кормовых культур [1]. Высев их в разные сроки позволяет регулировать поступление зеленого корма и получать его в нужное для хозяйства время [2].

Однолетние травы – самое малопродуктивное звено севооборота – 15–17 ц/га к. ед. Основными причинами низкой продуктивности однолетних трав является недостаток азотных удобрений, нарушение сроков сева культур зеленого конвейера, посев видов и сортов трав, не адаптированных к условиям произрастания [3].

В последнее время на территории юго-запада Беларуси почти ежегодно наблюдаются засухи, что негативно сказывается на урожайности кормовых трав. В связи с этим возрос интерес к засухоустойчивым культурам [4]. Среди однолетних растений представляют интерес нетрадиционные для нашей республики просовидные культуры – могоар, пайза, чумиза. Одной из самых засухоустойчивых кормовых культур мирового земледелия является чумиза, зеленая масса которой по питательности превосходит кукурузу и однолетние травы и не уступает многолетним травам. Данная культура мало поражается грибными и бактериальными заболеваниями [5]. Могоар способен давать устойчивые урожаи зеленой массы, превышающие продуктивность большинства традиционных кормовых культур в 2–3 раза [6]. В засушливых условиях южных регионов Беларуси перспективной кормовой культурой является также суданская трава [7]. Данная культура обеспечивает высокую урожайность в экстремальных засушливых условиях и на легких по гранулометрическому составу почвах (Кулаковская Т.В. и др., 2004), что характерно для Полесского региона. Благодаря высокой отавности данной культуры за вегетационный период можно получить 2–4 укоса [8].

Таким образом, в связи с существенными изменениями климатических условий в рассматриваемом регионе для усовершенствования кормовой базы животноводства, целесообразно использовать в зеленом конвейере вышеуказанные засухоустойчивые однолетние травы.

Цель работы: оценка продуктивности однолетних засухоустойчивых кормовых культур при возделывании их на дерново-подзолистой глееватой песчаной почве в условиях Полесского региона.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнялись в 2019–2020 гг. на опытном поле СУП «Савушкино» Малоритского района Брестской области. Почва экспериментального участка – дерново-подзолистая глееватая песчаная, сменяемая с глубины 0,3–0,4 м рыхлым песком, относящаяся к типу дерново-подзолистых заболоченных почв. Агрохимические показатели исследуемой почвы: рН(KCl) – 5,76 ед., гумус – 2,1%, фосфор – 112 мг/кг, калий – 118 мг/кг.

Объектом исследований являлись однолетние засухоустойчивые травы: пайза (сорт Удаляя 2), чумиза (сорт Золушка), могоар (сорт Удалец) и суданская трава (сорт Пружанская). Удобрения вносились в дозе $N_{60}P_{70}K_{110}$. Однолетние травы высевали в 2019 г. во второй декаде июля, в 2020 г. – в первой декаде августа. Норма высева – 5 млн. шт/га.

Урожайность определяли сплошным скашиванием с последующим отбором растительных образцов на химический анализ.

Химический состав кормов был изучен по общепринятым методикам зоотехнического анализа и в соответствии с действующими ГОСТами: сырой протеин – ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина (титриметрический метод определения

азота по Кьельдалю); сырая клетчатка – ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки; сухое вещество – ГОСТ 27548 – 97. Корма растительные. Методы определения содержания влаги.

Содержание кормовых единиц и обменной энергии определяли по ГОСТу 27978-88. Корма зеленые. На основе полученных данных рассчитывали продуктивность травостоев.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что наибольшая всхожесть однолетних трав при одинаковой норме высева семян оказалась у суданской травы – 76–77%, у мелкосемянных культур (пайза, могоар, чумиза) всхожесть находилась в пределах 61,2–69,2% в 2019 г. и 54–67% в 2020 г. (таблица 1).

Таблица 1 – Полевая всхожесть и густота однолетних трав

Культура	Полевая всхожесть, %		Густота, шт/м ²	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Пайза	69,2	59,0	343±28,10	295±31,36
Суданская трава	76,0	77,0	380±24,64	385±25,11
Могоар	62,0	67,0	313±22,50	335±24,09
Чумиза	61,2	54,0	303±23,91	270±21,28

Максимальная густота среди исследуемых культур в фазе полных всходов отмечена у суданской травы, причем количество растений на 1 м² в течение двух лет исследований не изменилось и составило – 380±24,64–385±25,11 шт м² (таблица 1). У остальных культур количество растений на 1 м² находилось в пределах 303±23,91–343±28,10 шт/м² в 2019 г. и 270±21,28–335±24,09 шт/м² в 2020 г. (таблица 1).

Вегетационный период исследуемых засухоустойчивых однолетних культур различался. Наиболее короткий период вегетации имеют могоар и чумиза, самый длительный – у суданской травы. В результате исследований установлено, что в 2019 г. фаза полного выметывания у могоара и чумизы наступает в начале второй декады сентября, у пайзы – в начале третьей декады, у суданской травы – в третьей декаде. В 2020 г. фаза полного выметывания у могоара и чумизы отмечена в первой декаде октября, у пайзы – во второй декаде, у суданской травы – в конце второй декады октября.

Выявлено, что среди однолетних кормовых трав максимальную урожайность зеленой массы формирует суданская трава, минимальную – чумиза (рисунок 1).

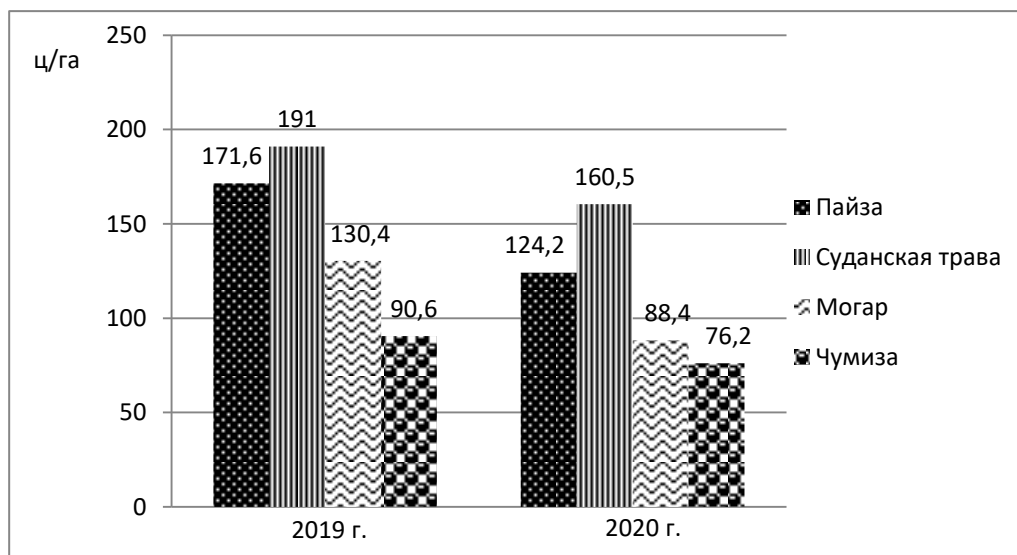


Рисунок 1 – Урожайность однолетних кормовых культур до фазы выметывания, ц/га

Наибольшая урожайность трав до наступления фазы выметывания отмечалась в 2019 г. – 90,6–191 ц/га. В 2020 г., показатель урожайности снизился в 1,2–1,5 раз по сравнению с предыдущим годом и составил 76,2–160,5 ц/га (рисунок 1), что обусловлено менее благоприятными погодными условиями в период их вегетации.

При анализе продуктивности однолетних трав установлено, что вследствие интенсивного нарастания биомассы наибольшим выходом кормовых единиц характеризовалась суданская трава – 32,0 и 20,3 ц/га в зависимости года исследований (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность однолетних травостоев на дерново-подзолистой глееватой песчаной почве

Культура	Выход кормовых единиц, ц/га		Сбор сырого протеина, ц/га	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Пайза	24,3	15,4	6,2	6,0
Суданская трава	32,0	20,3	4,9	4,5
Могар	23,1	10,9	4,2	2,5
Чумиза	16,3	8,1	3,8	2,0

Максимальный сбор сырого протеина среди исследуемых однолетних культур отмечен у пайзы – 6,0–6,2 ц/га. Данная культура отличалась самой высокой облиствленностью – 42,8–48,8%, что оказало положительное воздействие на ее химический состав и питательность (таблица 3, 4).

Таблица 3 – Облиствленность однолетних засухоустойчивых кормовых трав

Однолетние культуры	Облиствленность, %	
	2019 г.	2020 г.
Пайза	48,8	42,8
Суданская трава	35,1	40,3
Могар	36,0	37,9
Чумиза	34,7	35,6

Питательная ценность корма в 2019 г находилась в пределах – 0,85–0,89 кормовых единиц или 10,25–10,46 МДж/кг сухого вещества (таблица 4).

Таблица 4 – Химический состав и питательность однолетних кормовых трав

Однолетние травы	Сухое вещество, %	Массовая доля		Питательность сух. в-ва, к.ед.	Обменная энергия, МДж/кг сух. в-ва
		сырого протеина, %	сырой клетчатки, %		
2019 г.					
Пайза	15,9	22,81	25,2	0,89	10,46
Суданская трава	19,3	13,38	25,9	0,87	10,34
Могар	20,8	15,50	26,3	0,85	10,27
Чумиза	21,2	20,06	26,4	0,85	10,25
2020 г.					
Пайза	15,5	23,75	28,1	0,80	9,94
Суданская трава	17,9	20,94	31,5	0,71	9,33
Могар	18,4	15,81	32,7	0,67	9,11
Чумиза	16,8	15,50	34,4	0,63	8,80

В 2020 г. питательность однолетних трав варьировала в более широких пределах по сравнению с прошлым годом – от 0,63 до 0,80 кормовых единиц, а обменная энергия – от 8,80 до 9,94 МДж/кг сухого вещества. Самая высокая питательность корма и содержание сырого протеина в течение двух лет исследований отмечалась у пайзы.

Заключение

На дерново-подзолистой глееватой песчаной почве в условиях Полесского региона наиболее продуктивными однолетними травами являются суданская трава и пайза. У суданской травы, вследствие интенсивного роста в период вегетации, выход кормовых единиц достигает 32 ц/га. Пайза характеризуется наибольшим сбором сырого протеина – 6,2 ц/га. Высокая облиствленность пайзы способствует получению более питательного корма по сравнению с другими изучаемыми однолетними травами – 0,89 к.ед.

Список использованных источников

1. Никончик, П.И. Промежуточные культуры в севооборотах в условиях Белоруссии / П.И. Никончик // Пути увеличения пр-ва кормов за счет культур промежуточ. посева: Материалы науч.-практ. семинара. – Жодино, 1982. – С. 16–21.
2. Шлапунов, В.Н. Кормовое поле Беларуси / В.Н. Шлапунов, В.С. Цыдик. – Барановичи: Баранов. укрупн. тип. – 2003 г. – 304 с.
3. Шлапунов, В.Н. Резервы увеличения производства и улучшения качества кормов / В.Н. Шлапунов // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2012 г. – № 3. – С. 32–38.
4. Шлапунов, В.Н., Выращивание кормовых культур в условиях Беларуси: Аналит. обзор / В.Н. Шлапунов [и др.] // БелНИИ земледелия и кормов. – Мн.: Белорусский научный институт внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2002. – 68 с.
5. Корзун, О.С. Возделывание просовидных культур в Республике Беларусь / О.С. Корзун [и др.] // – Гродно: ГГАУ, 2011. – 189 с.
6. Бегишанова, З.Б. Приемы возделывания смешанных посевов могоара и сои на зеленую массу в условиях Саратовского правобережья: дис. ... канд. с/х наук : 06.01.01. – Саратов, 2013. – 163 л.
7. Анохина, Т.А. Эффективность сроков сева и уборки суданской травы при возделывании на зеленую массу / Т.А. Анохина [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 6. – С. 23–26.
8. Дронов, А.В. К вопросу об использовании сорговых культур в кормопроизводстве Брянской области / А.В. Дронов, Ю.М. Храдко // Агроконсультант. – 2012. – № 4 – С. 17–21.

PRODUCTIVITY OF ANNUAL DROUGHT-RESISTANT FORAGE GRASSES IN THE CONDITIONS OF THE POLESSKY REGION**N.N. KOSTYUCHENKO, A.N. GAPONIUK, A.V. SOROKA**

An assessment was made of the yield of feed units, the collection of crude protein and the nutritional value of the feed of the following annual grasses: paise, Sudanese grass, chumiza and mogar. It has been established that the most productive annual crops in the conditions of the Polesye region on soddy-podzolic gleyic sandy soil are Sudanese grass and paise. The highest nutritional value of the feed was noted in paise.

УДК 631.862.2:631.524.84

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ ТРАВСТОЕВ НА ЛЕГКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ

Н.Н. Костюченко¹, А.В. Сорока², А.Н. Гапонюк¹

1. Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

2. РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино, Беларусь

Проведена оценка влияния жидкого навоза крупного рогатого скота после сепарации на урожайность зеленой массы и продуктивность многолетних травостоев на легкой по гранулометрическому составу песчаной почве. Установлено, что действие сепарированного навоза равносильно действию минеральных удобрений в аналогичных дозах. Рассмотрено также включение дополнительных компонентов в травосмесь и их влияние на исследуемые показатели.

Ключевые слова: бесподстилочный навоз, многолетние травостои, урожайность, бобовый компонент, продуктивность

Введение

На сегодняшний день пристальное внимание уделяется проблемам сохранения, рационального и эффективного использования мелиорируемых земель. В соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития республики Беларусь до 2030 г. среди других приоритетных направлений в земледелии определены мелиорация земель и комплекс мер по рациональному использованию почвенных ресурсов, сохранению их плодородия [1].

На юго-западе Беларуси распространены легкие по гранулометрическому составу песчаные почвы, характеризующиеся низким плодородием. Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур на таких почвах возможно только при внесении достаточного количества минеральных и органических удобрений [2].

Одной из основных причин низкой продуктивности сельскохозяйственных земель является низкое содержание гумуса [3]. Дефицит элементов питания в почве приводит к усиленной минерализации органического вещества почвы, снижению экологической устойчивости агроландшафтов и увеличению интенсивности деградационных процессов [4] с выраженной ветровой эрозией песчаных почв в условиях юго-запада Беларуси.

Восполнить почвенный гумус, запас элементов питания, а также улучшить агрохимические свойства почвы возможно при использовании органических удобрений. В Брестской области на современных молочно-товарных комплексах и фермах с бесподстилочным содержанием дойных коров, при условии их круглогодичного стойлового содержания, выход бесподстилочного навоза составляет около 96–3814 тыс. тонн в зависимости от вида навоза, из них 96 тыс. тонн – жидкого навоза после сепарации, что вызывает необходимость решения проблем, связанных с его использованием.

В целях сохранения региональных экосистем Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития республики Беларусь до 2030 г. предусмотрено последовательное снижение экологической нагрузки территорий до уровня, обеспечивающего стабильное улучшение состояния окружающей среды [1]. Для реализации данного пункта и повышения экологической стабильности сельскохозяйственных земель рекомендуется увеличение в структуре посевов доли многолетних трав [5]. Многолетние травы улучшают водно-физические свойства почв, улучшают их плодородие, способствуют получению высокобелковых и энергонасыщенных кормов [6]. Однако посев сельскохозяйственных культур без учета климатических условий региона зачастую приводит к нестабильности их продуктивности по годам, вследствие снижения их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Для повышения устойчивости кормопроизводства необходимо расширять перечень видов и сортов высеваемых трав [7]. Поэтому важным условием, определяющим продуктивность многолетних трав и способствующим повышению экологической стабильности территорий, является обоснованная структура травосеяния с учетом почвенных и климатических условий региона, с применением оптимальных доз удобрений на основе местных животноводческих отходов молочно-товарных комплексов.

Исходя из вышесказанного, целью наших исследований являлась оценка влияния жидкого навоза крупного рогатого скота (КРС) после сепарации на урожайность, продуктивность многолетних травостоев на легкой песчаной почве.

Методика и объекты исследований

Исследования выполнялись на опытном поле СУП «Савушкино» Малоритского района Брестской области в 2019–2020 гг. в рамках задания ГПНИ «Научное обоснование минимизации агроэкологических рисков на модельных объектах агроландшафтов Малоритской равнины и Ясельдинско-Слуцкой низменности». Почва экспериментального участка – дерново-подзолистая глееватая песчаная, сменяемая с глубины 0,3–0,4 м

рыхлым песком, относящаяся к типу дерново-подзолистых заболоченных песчаных почв легкого гранулометрического состава.

Объектом исследований являлись многолетние травы, жидкий навоз КРС после сепарации, дерново-подзолистая заболоченная песчаная почва.

Агрохимические показатели исследуемой дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы: рН(KCl) – 5,76 ед., гумус – 2,1%, фосфор – 112 мг/кг, калий – 118 мг/кг.

Агрохимический состав жидкого навоза КРС после сепарации: рН(KCl) – 7,96, влажность – 96,4%, общий азот – 0,23%, фосфор – 0,08%, калий – 0,18%.

Многолетние кормовые агрофитоценозы представлены следующими опытными вариантами:

Вариант 1. Ежа сборная (сорт Магутная).

Вариант 2. Ежа сборная (сорт Магутная) + овсяница тростниковая (сорт Таямница).

Вариант 3. Ежа сборная (сорт Магутная) + овсяница тростниковая (сорт Таямница) + люцерна изменчивая (гибридная) (сорт Вега-87).

Вариант 4. Ежа сборная (сорт Магутная) + овсяница тростниковая (сорт Таямница) + люцерна гибридная (сорт Вега-87) + клевер луговой (сорт Витебчанин).

Нормы высева трав: ежа – 12 млн. шт/га; ежа + овсяница – 12 млн. шт/га; ежа + овсяница + люцерна – 14 млн. шт/га; ежа + овсяница + люцерна + клевер луговой – 17 млн. шт/га.

Опыты по изучению сравнительной продуктивности многолетних трав были заложены в 4-кратной повторности с рендомизированным размещением вариантов. Общая площадь делянки – 20 м². Мощность пахотного горизонта 20–25 см.

Многолетние кормовые травы высевали в первой декаде апреля под покров зерновых культур с использованием сеялки Берестье СПУ-6. После уборки покровной культуры вносили следующие удобрения: под посевы ежи сборной – минеральные в дозах N₉₀P₄₅K₉₀ и N₆₀P₃₀K₆₀, органические (жидкий навоз после сепарации) – в дозах эквивалентных 90 и 60 кг/га азота, под бобово-злаковые травостои – P₄₅K₉₀.

На второй год жизни многолетних трав удобрения вносились в следующих дозах: под посевы ежи сборной минеральные в дозе N₉₀P₄₅K₉₀ под укос (N₂₇₀P₁₃₅K₂₇₀ за вегетацию) и N₆₀P₃₀K₆₀ под укос (N₁₈₀P₉₀K₁₈₀ за вегетацию), органические – в дозах эквивалентных 90 и 60 кг/га азота под укос (30 и 40 т за вегетацию), под бобово-злаковые травы – P₄₅K₉₀.

Укос многолетних трав выполнялся один раз в первый год жизни и три раза во второй год.

Учеты и наблюдения проведены согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [8]. Анализ ботанического состава осуществлялся путем разбора образцов по видам трав и их взвешивания. Пробы на ботанический анализ брались со всех повторностей каждого варианта, смешивались, отбирались средние пробы весом 1,0 кг. Учет урожайности зеленой массы проводился путем скашивания с помощью косилки на высоте 5–6 см от поверхности почвы и взвешивания зеленой массы бобово-злаковых трав – в фазу бутонизации бобовых культур, злаковых – до фазы выметывания метелки.

Химический состав кормов был изучен по общепринятым методикам зоотехнического анализа и в соответствии с действующими ГОСТами: сырой протеин – ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина (титриметрический метод определения азота по Кьельдалю); сырая клетчатка – ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки; сухое вещество – ГОСТ 27548 – 97. Корма растительные. Методы определения содержания влаги.

Содержание кормовых единиц и обменной энергии определяли по ГОСТу 27978-88. Корма зеленые. На основе полученных данных рассчитывали продуктивность травостоев.

Статистический анализ результатов исследований проводился по общепринятым методикам [9] с использованием программы Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что использование сепарированного навоза на исследуемой почве приводит к увеличению урожайности зеленой массы многолетних трав и равносильно действию минеральных удобрений. Наибольшую прибавку урожайности дает внесение органических удобрений в дозе эквивалентной 90 кг/га азота. За вегетационный период в вышеуказанном опытном варианте урожайность трав первого года жизни оказалась равной 105,2 ц/га и находилась на уровне варианта с аналогичной дозой минеральных удобрений. Прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 32% и 34% в зависимости от опытного варианта (таблица 1). Внесение меньшей дозы как органических, так и минеральных удобрений не способствовало значительному увеличению урожайности по сравнению с контролем.

Таблица 1 – Урожайность многолетних травостоев на дерново-подзолистой заболоченной песчаной почве

Вариант опыта	Урожайность за вегетационный период, ц/га		
	1-й год жизни	2-й год жизни	среднее значение за 2 года
Ежа сборная Контроль без внесения удобрений	79,6	270,8	175,2
Ежа сборная + N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	91,2	364,2	227,7
Ежа сборная + N ₉₀ P ₄₅ K ₉₀	106,3	423,9	265,1
Ежа сборная + сепарированный навоз – эквивалентно 60 кг/га азота	93,4	354,5	224,0
Ежа сборная + сепарированный навоз – эквивалентно 90 кг/га азота	105,2	412,7	259,0
Ежа+овсяница	83,4	295,3	189,4
Ежа + овсяница + люцерна	104,8	396,8	250,8
Ежа+овсяница+люцерна+клевер	109,7	398,1	253,9
НСР ₀₅	8,02	37,6	–

На второй год жизни травостоев при использовании навоза в дозе, соответствующей 90 кг/га азота под укос, урожай зеленой массы превысил контрольный вариант на 52% и составил 412,7 ц/га. При дозе навоза равной 60 кг/га азота урожайности многолетних трав возросла на 31%. Между опытными вариантами с органическими и аналогичными дозами минеральных удобрений зафиксированы незначительные отличия по урожайности зеленой массы трав (таблица 1).

Включение в травосмесь в качестве дополнительного злакового компонента овсяницы тростниковой не привело к значительному повышению урожайности травостоя ежа+овсяница на дерново-подзолистой заболоченной песчаной почве. Урожайность данной травосмеси в среднем за два года жизни составила 189,4 ц/га, а травостоя ежи – 175,2 ц/га зеленой массы.

Добавление в состав травосмеси бобового компонента – люцерны гибридной, отличающейся высокой продуктивностью и засухоустойчивостью – способствовало существенному увеличению урожайности надземной массы: в 1-й год жизни на 32%, во 2-й – на 47% относительно травостоя ежи сборной без внесения удобрений, что составило соответственно 104,8 и 396,8 ц/га зеленой массы (таблица 1).

При введении в бобово-злаковую травосмесь дополнительного бобового компонента – клевера лугового – не произошло значительного роста урожая зеленой массы по сравнению с травосмесью, содержащей один бобовый компонент. Если бобово-злаковая травосмесь с люцерной в среднем за два года формировала урожайность 250,8 ц/га, то травосмесь с двумя бобовыми компонентами – 253,9 ц/га зеленой массы.

В целом за два года жизни урожайность многолетних трав при внесении 60 кг/га азота возросла по сравнению с контролем на 28–30%, а при внесении 90 кг/га – на 48–51%. Бобово-злаковые травостои на 43–45% превысили урожайность контрольного варианта, что равнозначно урожайности трав при использовании удобрений в дозе эквивалентной 90 кг/га азота (таблица 1).

Оценка ботанического состава многолетних бобово-злаковых травостоев 2-го года жизни показала, что наибольшую долю среди злаковых компонентов составляла ежа сборная, а среди бобовых – люцерна гибридная. В бобово-злаковых травах процентное содержание люцерны в середине вегетации достигало 46,2–68,4% в зависимости от состава травосмеси. При этом доля клевера лугового и овсяницы тростниковой в травостоях не превышала 10%. Таким образом, ежа сборная и люцерна изменчивая более конкурентноспособные культуры по сравнению с клевером луговым и овсяницей тростниковой.

Оценка продуктивности многолетних засухоустойчивых травостоев 2-го года жизни показала, что на дерново-подзолистой заболоченной песчаной почве бобово-злаковые травосмеси, вследствие содержания бобового компонента, характеризовались наибольшим выходом кормовых единиц и сбором сырого протеина – 73,4–74,2 ц/га и 17,4–18,3 ц/га соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность многолетних травостоев 2-го года жизни на дерново-подзолистой заболоченной песчаной почве (при полном цикле развития ежи сборной).

Вариант опыта	Урожайность сухого в-ва, ц/га	Выход кормовых единиц, ц/га	Сбор сырого протеина, ц/га
Ежа сборная Контроль без внесения удобрений	69,3	47,4	7,90
Ежа сборная + N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	83,7	59,9	12,3
Ежа сборная + N ₉₀ P ₄₅ K ₉₀	90,5	68,5	15,9
Ежа сборная + сепарированный навоз – эквивалентно 60 кг/га азота	85,7	58,4	11,8
Ежа сборная + сепарированный навоз – эквивалентно 90 кг/га азота	91,8	70,7	17,1
Ежа + овсяница + люцерна	91,7	73,4	17,4
Ежа+овсяница+люцерна+клевер	92,8	74,2	18,3

Высокие показатели продуктивности были у травостоев ежи сборной с дозой внесения азота 90 кг/га. Выход кормовых единиц в данном варианте составил 68,5–70,7 ц/га, что в среднем в 1,5 раз больше, чем в контроле. Сбор сырого протеина превысил контрольный вариант в среднем в 2,3 раза и оказался равен 15,9–17,1 ц/га.

Урожайность сухого вещества бобово-злаковых трав и ежи сборной с использованием азота в дозе 90 кг/га отличалась незначительно и находилась в пределах 90,5–92,8 ц/га что в 1,3 раз больше по сравнению с контрольным вариантом.

При внесении 60 кг/га азота продуктивность многолетних трав находилась на уровне 83,7–85,7 ц/га сухого вещества, 58,4–59,9 ц/га кормовых единиц и 11,8–12,3 ц/га сырого протеина. Превышение по сравнению с контролем данных опытных вариантов оказалась в 1,2–1,5 раз (таблица 2).

Заключение

Использование жидкого навоза КРС после сепарации на легких песчаных почвах под посеvy многолетних трав способствует увеличению их урожайности и равносильно действию минеральных удобрений в аналогичных дозах. При внесении навоза в дозе эквивалентной 90 кг/га азота прибавка урожайности зеленой массы трав по сравнению с контролем составила 32% в 1-й год жизни и 52% – во 2-й год жизни. Использование органического удобрения в меньшей дозе – 60 кг/га азота – привело к повышению урожая на 31 % только на 2-й год жизни трав.

Включение в травосмесь бобового компонента – люцерны гибридной – увеличило урожайность зеленой массы трав в первый год на 32%, во 2-й – на 47% и равнозначно использованию удобрений в дозе, соответствующей 90 кг/га азота.

Внесение жидкого навоза после сепарации под многолетние травы 2-го года жизни в дозе равной 90 кг/га азота повысило продуктивность корма в 1,3–2,3 раза относительно контроля, а 60 кг/га азота – в 1,2–1,5 раз.

Таким образом, при возделывании многолетних трав на легких минеральных почвах юго-запада Беларуси жидкий навоз КРС после сепарации рекомендуется вносить под укос в дозе эквивалентной 90 кг/га азота.

Список использованных источников

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. – Дата доступа: 17.10.2021.

2. Клебанович, Н.В. Особенности распределения отдельных типов почв по лесным и сельскохозяйственным землям Беларуси и их экологическое значение / Н.В. Клебанович // Экологический вестник : научно-практич. журнал. – 2016. – № 2 (36). – С. 56–62.

3. Ковриго, В.П. Почвоведение с основами геологии / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова // – М.: Колос, 2000. – 416 с.

4. Агроэкологическое обоснование ведения сельскохозяйственного производства на мелиорируемых длительно используемых, нарушенных и загрязненных землях – Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – 484 с.

5. Орлова, И.В. Оценка уровня экологической сбалансированности структуры земельных угодий аграрно-развитых регионов Западной Сибири / И.В. Орлова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Том 15, № 3 (3). – С. 1003–1007.

6. Дронова, Т.Н. Научные результаты исследований по многолетним травам / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Е.И. Молдоканцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2017. – № 3 (47). – С. 46–56.

7. Смирнова, В.В. Научные предпосылки реализации основных направлений интенсификации полевого кормопроизводства Костромской области / В.В. Смирнова // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2017. – № 1 (49). – С. 122–129.

8. Навоселов, Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Навоселов, Г.Д. Харьков, Н.С. Шеховцов. – М. : ВИК, 1983. – 198 с.

9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов – М, 1986. – 416 с.

**INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZER ON PRODUCTIVITY AND PRODUCTIVITY OF FORAGE GRASS STANDS ON LIGHT MINERAL SOILS OF THE SOUTH-WEST OF BELARUS
N.N. KOSTYUCHENKO, A.V. SOROKA, A.N. GAPONIUK**

An assessment was made of the effect of liquid cattle manure after separation on the yield of green mass and the productivity of perennial herbage on sandy soil with a light granulometric composition. It has been established that the effect of separated manure is equivalent to the effect of mineral fertilizers in similar doses. The inclusion of additional components in the grass mixture and their influence on the studied parameters are also considered.

УДК 628.381.1

ПЕРЕРАБОТКА ОСАДКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ЩУЧИНСКОГО ФИЛИАЛА ОАО «МОЛОЧНЫЙ МИР» И ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

А.Н. Лицкевич, О.Е. Чезлова, М.В. Гулькович

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В результате проведения комплексных исследований осадка производственных сточных вод очистных сооружений Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир» установлено, что по химическим и физическим свойствам его возможно применять в качестве сырья для производства удобрения органического «Щучинское». Определение хозяйственной и биологической эффективности удобрения органического «Щучинское» позволит регламентировать применение его в Республике Беларусь.

Ключевые слова: осадки сточных вод, химические свойства, стабилизация

Введение

Пищевая промышленность, как и другие отрасли производства, является источником негативного влияния на окружающую среду. По интенсивности воздействия объектов пищевой промышленности на окружающую среду первое место занимают водные ресурсы, затем – почва и воздух.

По расходу воды на единицу выпускаемой продукции пищевая промышленность занимает одно из первых мест. К наиболее водоемким отраслям относятся: мясо- и рыбоперерабатывающая, молокоперерабатывающая, плодоовощная, ликеро-водочная, спиртовая. Количество потребляемой свежей воды на предприятиях указанных отраслей в несколько раз превышает объем перерабатываемого сырья. В соответствии с нормативами, на мясоперерабатывающих предприятиях водопользование составляет 12,0–19,3 м³ на тонну мяса, на молокоперерабатывающих – 3,2–5,4 м³ на тонну молока [1].

Количество образующихся осадков производственных сточных вод постоянно растет, что влечет обострение проблем, связанных с их рациональной, экономически эффективной и экологически безопасной утилизацией.

Использование в сельском хозяйстве осадков сточных вод (ОСВ) в качестве органического удобрения зачастую приводит к загрязнению почв ТМ. При внесении ОСВ в почвы в них изменяется не только общее содержание, но и подвижность, фракционный состав соединений ТМ. Опасность этих соединений заключается не только в их высокой токсичности, но и в том, что они вовлекаются в биологический круговорот без предварительной трансформации [2].

Цель исследований – выявить возможности использования ОСВ очистных сооружений Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир» в качестве субстрата для работы биогазовой установки и выполнить оценку возможности использования ОСВ молочного производства для изготовления удобрений.

Методы исследований

Отбор проб выполнялся с учетом РД РБ 0212.6-2002 [3], постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 08.01.2003 № 3 «Об утверждении РД РБ «Методика отбора проб отходов» и ГОСТ Р 56226-2014 [4].

Точечные пробы осадков отбирали в количестве 8 проб от каждого объекта аналитического контроля, массой 0,5 кг, из которых путем перемешивания получали объединенную пробу общей массой 4,0 кг.

Для подготовки лабораторной пробы полученную объединенную пробу усредняли до 2 кг методом квартования. Далее ее упаковывали в зависимости от целей и методов анализа в контейнеры из полимерных материалов или в стеклянные банки с плотно завинчивающимися или прилегающими крышками до краев:

- для проведения санитарно-микробиологического (бактериологического) анализа стерильными инструментами в стерильную емкость с плотно завинчивающейся крышкой отбирали образцы осадка массой около 200 г;
- для определения содержания органических компонентов образцы осадка упаковывали в стеклянные банки из темного стекла с плотно завинчивающимися крышками;
- для определения тяжелых металлов образцы осадка отбирали инструментом из пластмассы.

Для оценки качественных характеристик осадков сточных вод использовались следующие методы выполнения измерений [5–11]:

ГОСТ 26712-94 Удобрения органические. Общие требования к методам анализа.

ГОСТ 26713-85 Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка.

ГОСТ 26714-85 Удобрения органические. Метод определения золы.

ГОСТ 26715-85 Удобрения органические. Методы определения общего азота.

ГОСТ 26716-85 Удобрения органические. Методы определения аммонийного азота.

ГОСТ 26717-85 Удобрения органические. Метод определения общего фосфора.

ГОСТ 26718-85 Удобрения органические. Метод определения общего калия.

Результаты и их обсуждение

Лабораторией гидроэкологии и экотехнологии Полесского аграрно-экологического института проведены исследования качественного состава ОСВ Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир».

По внешнему виду осадки представляют собой пастообразный субстрат светло-серого цвета. Наличие в нестабилизированных осадках высокой доли легкоокисляемой органики является причиной запаха органической природы.

Относительная влажность необезвоженных осадков колеблется от 89,65% до 92,87%. Колебание показателя относительной влажности напрямую зависит от выполняемых операций в ходе производства.

Основные показатели свойств сырого осадка сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Основные показатели физических свойств сырого осадка очистных сооружений Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир»

№ п/п	Влажность осадка, %	Гигроскопическая влажность, %	Зольность осадка, %	Содержание беззольного вещества, %
1	94,44	1,95	19,6	80,4
2	91,97	2,12	10,8	89,2

Химические свойства осадков производственных сточных вод Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели химического состава осадков производственных сточных вод Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир» в 2021 году

Исследуемые образцы	рН	N _{общ} , %		P ₂ O ₅ , %		K ₂ O, %	
		сух. в-во	ест. вл.	сух. в-во	ест. вл.	сух. в-во	ест. вл.
Проба 1	5,64	4,36	0,467	1,96	0,215	1,12	0,12
Проба 2	5,67	4,39	0,313	1,82	0,13	1,07	0,1

Как показал сравнительный анализ удобрительной ценности осадка очистных сооружений (таблицы 1–2) колебания доли общего азота и подвижного фосфора в массе ОСВ незначительны.

Для стабилизации осадка производственных сточных вод очистных сооружений Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир» реализован процесс анаэробного сбраживания обезвоженного ОСВ очистных сооружений совместно с отходами животноводства (подстилочный навоз КРС).

Для проведения исследований сбраживания осадков в анаэробных условиях использовалась установка, схема которой представлена на рисунке 1.

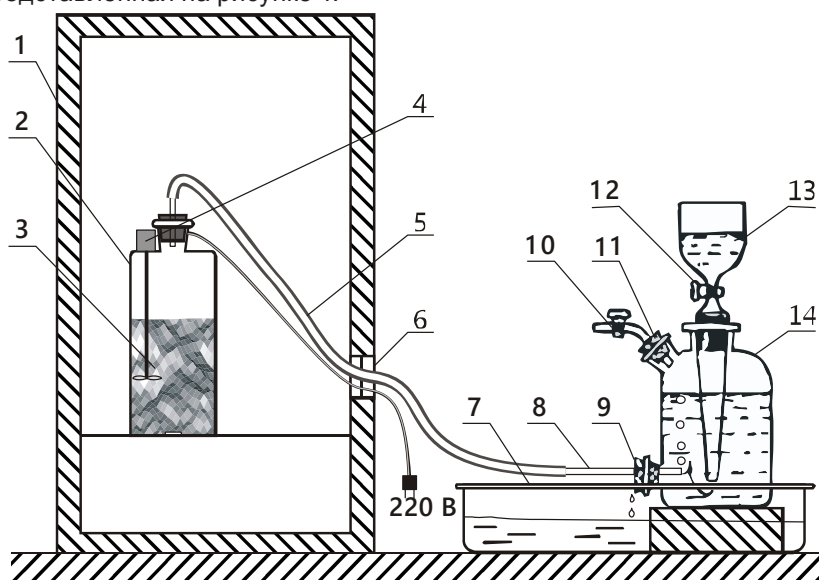


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки анаэробной стабилизации осадка сточных вод:

1 – термостат; 2 – реактор; 3 – сбраживаемая жидкость; 4 – перемешивающее устройство; 5 – газопровод; 6 – заглушка термостата; 7 – емкость сбора вытесненной жидкости; 8 – трубка сбора газа; 9 – пробка газометра; 10 – вентиль выпуска газа; 11 – газовыпускное отверстие; 12 – вентиль подачи воды; 13 – вода для вытеснения газа; 14 – газометр

Установка представляла собой герметичную термостатируемую емкость из полимерного органического материала. В термостате поддерживалась постоянная температура +38°C. Емкость снабжена перемешивающим устройством. Из реактора выделяемый биогаз по трубопроводу поступал в газометр.

Основными технологическими показателями процесса приняты распад беззольного вещества и выделение биогаза. Длительность процесса составила 21 сутки. Объем сброживаемой смеси осадка и отходов животноводства (подстилочный навоз КРС) – 8 л, рН осадка – 7,0. Соотношение основных компонентов: ОСВ : КРС = 1 : 1.

Определялись исходные параметры осадка (содержание беззольного вещества, зольность) при загрузке реактора и в конце эксперимента.

В период 1 – 4 суток эксперимента выделилось 8,22 дм³ биогаза, в последующие 5 – 10 суток наблюдался слабый выход газа, который составил 1,0 дм³. В период 11 – 21 сутки объем менее 0,25 дм³, что свидетельствует о завершении анаэробного сброживания в период до 10 суток.

Отмечено низкое содержание метана, что является негативным фактором для дальнейшего промышленного использования биогаза. Полученная биогазовая смесь не горит вследствие высокого содержания углекислого газа.

В таблице 3 представлены экспериментальные данные по изменению технологических показателей процесса анаэробной стабилизации.

Таблица 3 – Технологические показатели процесса анаэробного сброживания

Наименование показателей	Значения показателей	
	начало эксперимента	окончание эксперимента
Содержание беззольного вещества в осадке, %	89,2	64,2
Зольность осадка, %	10,8	37,3
Распад беззольного вещества, %	–	28,0
Влажность осадка, %	91,97	90,12
Концентрация сухого вещества, кг/м ³	80,3	98,8

Исходя из оценки качества обезвоженного ОСВ Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир» разработан проект технических условий на производство удобрения органического «Щучинское».

Закладка полевых опытов по выращиванию сельскохозяйственных культур с применением удобрения органического «Щучинское» выполняется на территории ОАО «Щучинагропродукт».

Объемы внесения органических удобрений на основе ОСВ Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир» рассчитывались на основе содержания соединений азота. Средний показатель содержания азота в обезвоженных осадках составляет 0,437% или 4,37 кг/т.

Выводы

Выполнена оценка химических свойств осадка производственных сточных вод Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир». Установлено, что по химическим и физическим свойствам его возможно применять в качестве сырья для производства удобрения органического. Оценена возможность анаэробного сброживания осадков производственных сточных вод.

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.114-95 «Международный Стандарт Единая система конструкторской документации. Технические Условия» разработан проект Технических условий «Удобрение органическое «Щучинское»» по решению производителя продукции (удобрения) Щучинского филиала ОАО «Молочный Мир». Проект содержит полный комплект требований к продукции, ее изготовлению, контролю и приемке.

Список использованной литературы

1. Туренков, Н.И. Технология применения осадка городских сточных вод и компостов из твердых бытовых отходов в качестве органических удобрений в БССР (рекомендации) / Н.И. Туренков, П.Ф. Жигарев, Л.И. Зуева [и др.]. – Минск, 1988. – 28 с.
2. Кузнецов, А.Е. Прикладная экобиотехнология : учебное пособие: в 2 т. Т. 1 / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова, С.В. Лушников. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 629 с.
3. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 8 января 2003 г. № 3 «Об утверждении РД РБ "Методика отбора проб отходов».
4. ГОСТ Р 56222-2014 "Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения в области материалов" утвержден приказом Росстандарта от 11 ноября 2014 года N 1555-ст.
5. ГОСТ 26712-94 Удобрения органические. Общие требования к методам анализа. – Минск: Издательство стандартов, 1995. – 9 с.
6. ГОСТ 26713-85 Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка. – М., 1986. – 3 с.
7. ГОСТ 26714-85 Удобрения органические. Метод определения золы. – М., 1986. – 2 с.
8. ГОСТ 26715-85 Удобрения органические. Методы определения общего азота. – М., 1986. – 12 с.

9. ГОСТ 26716-85 Удобрения органические. Методы определения аммонийного азота. – М., 1986. – 8 с.
10. ГОСТ 26717-85 Удобрения органические. Метод определения общего фосфора. – М., 1986. – 6 с.
11. ГОСТ 26718-85 Удобрения органические. Метод определения общего калия. – М., 1986. – 4 с.
12. ГОСТ 2.114-95 Единая система конструкторской документации. Технические условия. – Издание (июнь 2002 г.) с Изменением № 1, принятым в марте 2001 г. (ИУС 6-2001), по правкам (ИУС 12-2000, 9-2001).

PROCESSING OF INDUSTRIAL WASTE WATER SLUDGE OF THE SCHUCHINSKY BRANCH OF OAO "DAIRY WORLD" AND ANIMAL WASTE

A.N. LITSKEVICH, O.E. CHEZLOVA, M.V. GULKOVICH

As a result of comprehensive studies of industrial wastewater sludge from treatment facilities of the Shchuchinsky branch of Mochny Mir OJSC, it was found that, in terms of chemical and physical properties, it can be used as a raw material for the production of Shchuchinsky organic fertilizer. Determination of the economic and biological efficiency of organic fertilizer "Shchuchinsky" will allow to regulate its use in the Republic of Belarus.

УДК 636.03

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОХРАННОСТИ СИЛОСА В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Пастухова

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Приведены результаты анализа консервированных травяных кормов 14-ти районов Брестской области урожая 2021 года. Установлены средние значения и стандартные отклонения показателя содержания сухого вещества, который наиболее полно отражает соблюдение рекомендуемых технологических этапов заготовки и хранения корма. Выявлено, что с увеличением влажности корма закономерно повышается содержание уксусной кислоты, что указывает на более длительный процесс ферментации. Отмечена высокая биологическая эффективность консервантов. Выявлен резерв улучшения качества корма.

Ключевые слова: силос, консервант, кислота, бактерии, соотношение кислот

Введение

Физиология крупного рогатого скота (КРС) требует потребления большого количества объемистых травяных кормов. В составе рационов они занимают до 70 % [3, 4, 5]. Консервирование корма – это способ подготовки травяных кормов к скармливанию, позволяющий сохранять его в течение длительного времени, что особенно важно в зимний период. По питательной ценности силос не уступает зеленой массе, а качественно приготовленный – обладает высокими вкусовыми характеристиками, лучшей, по сравнению со свежим кормом, переваримостью, оказывает благоприятное действие на продуктивность животных. В хорошо приготовленном силосе сохраняются витамины и минеральные вещества. Качество силоса обеспечивается в первую очередь соблюдением технологии его заготовки [5, 9].

Основным сырьем для приготовления силоса в Республике Беларусь служит кукуруза. Отличительной особенностью данной культуры является способность к увеличению питательности практически до конца вегетации, что обеспечивается увеличением доли початков и зерна в общей зеленой массе. Наиболее эффективна уборка кукурузы на силос в фазу молочно-восковой и восковой спелости при уровне сухого вещества 30–35 %. Зеленая масса кукурузы в эту фазу характеризуется высокой обменной энергией (ОЭ) – 10,5–11,5 МДж, обладает высоким содержанием крахмала, являющегося важным фактором реализации молочной продуктивности животных [7, 8, 9].

При ранней уборке зеленая масса кукурузы содержит более 70 % влаги, что создает благоприятные условия для развития маслянокислых и гнилостных бактерий, особенно при загрязнении корма во время уборки и заготовки. Влажный корм подвержен нагреванию во время хранения, что усиливает развитие патогенной микрофлоры; в результате корм быстро портится, теряет питательную ценность. Таким образом, заготовка кормов в рекомендуемую технологией фазу развития растений при оптимальном содержании сухого вещества (30–35 %) является важным фактором снижения потери питательности корма и обеспечения требуемой продолжительности сохранения его качества [1].

Технология силосования корма детально изложена многими авторами [1, 2, 6, 9,10]. Основной задачей консервирования является достижение условий максимального сохранения питательных веществ корма при длительном хранении. Достигается это созданием оптимальных условий для развития полезной микрофлоры, сопровождающей процесс молочнокислого брожения, и подавления процессов гнилостного брожения путем быстрого снижения pH корма до 4,2–4,4, подавления ферментативных процессов.

Хорошо приготовленный силос содержит: молочную кислоту – до 8–10 % от сухого вещества корма, уксусную кислоту – до 3 %, при отсутствии масляной кислоты, являющейся показателем порчи корма. Обладая свойствами природного консерванта, молочная кислота улучшает вкусовые качества силоса, повышает потребление корма. В организме животных преобразуется в пропионовую кислоту, затем в лактозу, что повышает молочную продуктивность коров [1].

Уксусная кислота наряду с молочной поддерживает стабильность силоса, однако ухудшает вкусовые качества корма. При содержании уксусной кислоты в корме более 3 % от сухого вещества появляется характерный неприятный запах, корм плохо поедается животными, в результате чего снижается продуктивность.

Наличие в силосе масляной кислоты более 0,3 % делает его непригодным к скармливанию [2].

Показателем правильно протекающих процессов брожения является оптимальное соотношение молочной и уксусной кислот – 3:1. Нарушение этого соотношения подавляет жизнедеятельность микрофлоры рубца, что приводит к накоплению в рубце молочной кислоты, снижению pH рубца, и, как следствие, появлению многих патологий (ацидоз, мастит, ухудшение качества молока, заболевания копыт и т.д.).

Методика и объекты исследования

В статье приводятся данные анализа 431 образца кукурузного силоса по показателям сохранности и стабильности корма, урожая 2021 года, приготовленных в условиях сельскохозяйственных предприятий Брестской области.

Химический состав и питательная ценность силосов определялась в Отраслевой научно-исследовательской лаборатории качества кормов Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены усредненные значения показателей, характеризующих стабильность и сохранность корма в разрезе районов Брестской области.

Таблица 1 – Показатели сохранности силоса в районах Брестской области

Район	СВ, г	pH	Уксусная к-та, г	Молочная к-та, г	% уксусной к-ты от СВ	Соотношение к-т
Барановичский	359±39,6	3,8±0,2	26,2	75,0	9,1	1:2,8
Березовский	303,3±50,4	3,8±0,1	23,7	68,8	8,0	1:3,0
Брестский	310,0±75,3	3,9±0,6	23,5	59,1	8,6	1:2,8
Жабинковский	309,1±75,5	3,8±0,2	28,3	72,3	10,0	1:2,7
Дрогичинский	300,7±75,1	3,9±0,3	28,1	64,6	10,3	1:2,5
Ивановский	281,0±66,3	4,1±0,9	24,5	67,1	9,2	1:2,9
Ивацевичский	290,0±64,7	4,1±0,9	12,0	60,0	10,9	1:2,2
Лунинецкий	267,8±60,7	4,0±0,4	20,0	61,0	12,8	1:2,2
Ляховичский	302,8±54,0	3,8±0,2	27,0	69,8	9,6	1:2,7
Каменецкий	297,1±52,3	3,8±0,2	28,2	60,0	10,1	1:2,4
Кобринский	278,2±64,3	4,7±0,3	29,6	61,1	12,1	1:2,2
Пинский	295,4±59,2	3,7±0,8	27,3	76,9	9,7	1:2,9
Столинский	311,4±60,73	4,1±0,4	24,0	55,5	8,5	1:2,4
Малоритский	287,0±33,82	3,8±0,1	27,8	79,3	10,0	1:2,9

Согласно приведенным данным, наиболее оптимальными по содержанию сухого вещества являются корма Барановичского (359±39,6 г), Столинского (311,4±60,73 г), Брестского (310,0±75,3 г), Жабинковского (309,1±75,5 г) районов при pH 3,8; 4,1; 3,9; 3,8 соответственно. Наиболее влажный корм отмечен в Лунинецком районе (267,8±60,7 г) при pH 4,0.

Отмечено высокое содержание уксусной кислоты (8,0–12,8 % от сухого вещества корма), что указывает на длительный процесс ферментации; при этом по вкусовым качествам такой корм малоценен, поэтому поедаемость его будет снижена. Соотношение молочной и уксусной кислот близко к оптимальным значениям, что говорит о благоприятном действии применяемых консервантов. Однако, в Ивацевичском, Лунинецком и Кобринском районах соотношение уксусной и молочной кислот составило 1:2,2, при наименьших средних показателях среди исследуемых районов сухого вещества в корме: 290,0±64,7 г, 267,8±60,7 г, 278,2±64,3 г соответственно. Отмечено, что существует тесная зависимость между концентрацией в корме уксусной кислоты и содержанием сухого вещества (рисунок).

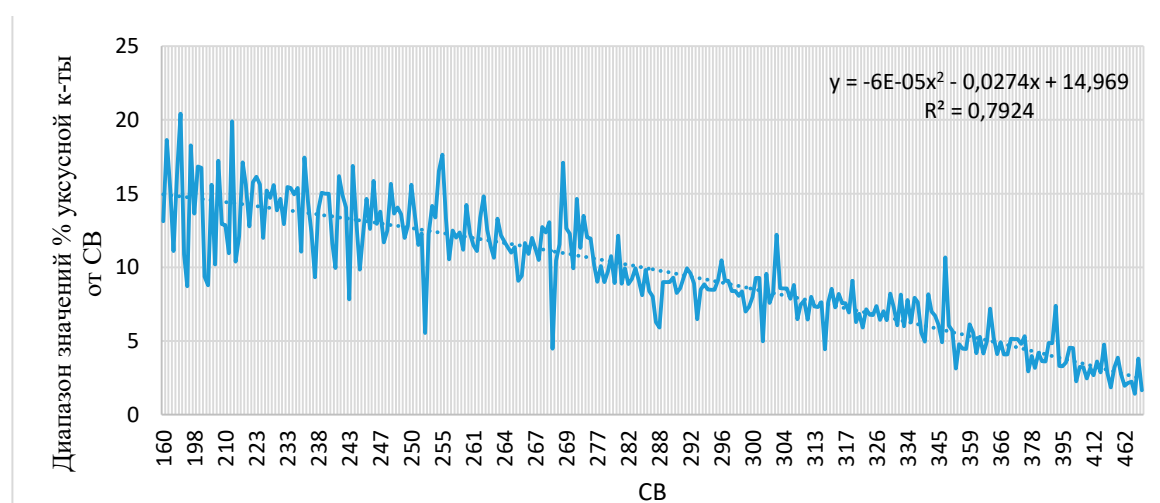


Рисунок – Зависимость концентрации уксусной кислоты от сухого вещества корма

Представленный рисунок показывает закономерное уменьшение содержания уксусной кислоты с повышением содержания сухого вещества в корме до рекомендуемого оптимального уровня (300–350 г/кг). Также с увеличением сухого вещества наблюдается меньшая вариабельность значений содержания уксусной кислоты, что указывает на протекание ферментативных процессов в стабильно оптимальных условиях.

Вместе с тем, анализ взаимозависимостей рассматриваемых двух показателей в кормах, приготовленных с применением четырех наиболее широко применяемых консервантов, не столь однозначен (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость концентрации уксусной кислоты от влажности корма с применением различных консервантов

Консервант	СВ	% укс. к-ты от СВ	Математическая модель зависимости	Коэффициент детерминации R ²
Sila-Prime	287,7±58,6	10,3	$0,0001 * x^2 - 0,1415x + 40,005$	0,76
AiBi	284,8±50,85	10,1	$1E * x^2 - 0,0038x + 9,9678$	0,002
БиоСил	284,7±54,7	10,9	$0,0002 * x^2 - 0,1895x + 47,412$	0,83
БиоамидБел-3	270,6±45,9	15,9	$1E + 0,6x^{-2,084}$	0,50

Данные, представленные в таблице, показывают, что при применении консервантов Sila-Prime и БиоСил существует сильная зависимость между уровнями содержания уксусной кислоты и сухого вещества корма; установлен высокий коэффициент детерминации (0,76 и 0,83 соответственно). В случаях применения консервантов AiBi и БиоамидБел-3 подобной зависимости не выявлено, коэффициент детерминации составил 0,002 и 0,50 соответственно.

Соотношение кислот в корме с применением испытываемых консервантов приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели сохранности силоса с применением различных консервантов

Консервант	СВ	pH	Укс.к-та	Молочн. к-та	% укс. к-ты от СВ	Соотн-е к-т
Sila-Prime	287,7±58,6	3,9±0,3	27,6	64,63	10,3	1:2,5
AiBi	284,8±50,85	3,9±0,3	27,1	63,6	10,1	1:2,5
БиоСил	284,7±54,7	3,7±0,1	29,8	81,3	10,9	1:2,8
БиоамидБел-3	270,6±45,9	3,5±1,2	34,2	64,4	15,9	1:2,2

Данные таблицы 3 показывают, что применение консервантов при низкой влажности корма способствует улучшению показателей стабильности и сохранности корма. Наиболее высокое среднее содержание уксусной кислоты в корме отмечено в образцах, приготовленных с применением консерванта БиоамидБел-3; соотношение уксусной и молочной кислот в среднем составило 1:2,2. Это указывает на более медленный по сравнению с другими образцами процесс ферментации.

Заключение

Проведен анализ 431 образца кукурузного силоса урожая 2021 года, заготовленных предприятиями АПК 14-и районов Брестской области по показателям сохранности и стабильности. Выявлено, что содержание уксусной и молочной кислот близко к оптимальному соотношению – 1:2,7–3,0 при оптимальном содержании в кормах сухого вещества. Установлено уменьшение содержания уксусной кислоты при увеличении в кормах сухого вещества, что указывает на благоприятные условия для протекания ферментативных процессов в период заготовки корма; определена роль консервантов в регуляции ферментативных процессов в этот период.

Список использованных источников

- Абраскова, С.В. Некоторые вопросы использования консервантов при заготовке кормов / С.В. Абраскова, В.В. Гракун // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 7. – С. 18–20.
- Силос из кормовых растений. Общие технические условия: СТБ 1223-2000. – Взамен ГОСТ 23638-79; введ. РБ 01.08.2000. – Минск: БелГИС, 2000. – 16 с.
- Горячев, И.И. Кормление высокопродуктивных коров / И.И. Горячев, Ф.Ф. Богуш, Н.В. Пилук. – Минск: БелНЦИМ АПК, 1996. – 220 с.
- Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник. / Н.А. Попков [и др.]. – Жодино: РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». – Жодино, 2011. – 233 с.
- Подобед, Л.И. Корма и кормление высокопродуктивного молочного скота: монография / Л.И. Подобед. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2012. – 408 с.

6. Корма и биологически активные вещества / Н.А. Попков [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2005. – 420 с.
7. Физиология пищеварения и кормление крупного рогатого скота: учеб. пособие / В.М. Голушко [и др.]. – Гродно: ГрГАУ, 2005. – 443 с.
8. Калашников, А.П. Кормление молочного скота / А.П. Калашников. – М.: Колос, 1978. – 220 с.
9. Основные технологические особенности силосования кукурузы. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://mshp.gov.by/>. – Дата доступа: 11.07.2022.
10. Технологии заготовки высококачественных кормов из трав и силосных культур. Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://belagromech.by/>. – Дата доступа: 11.07.2022.

EVALUATION OF SILAGE PRESERVATION RATES IN BREST REGION

M.A. PASTUKHOVA

The article presents data obtained as a result of the analysis of canned grass feed from 14 districts of the Brest region of the 2021 harvest. The average values and standard deviations of the dry matter index of the feed, which characterizes, first of all, the observance of the recommended technological stages of harvesting and storing feed for the districts of the Brest region, have been established. It was found that with an increase in the moisture content of the feed, an increase in the content of acetic acid is natural, which indicates a longer fermentation process. The high biological efficiency of preservatives was noted. A reserve for improving the quality of feed has been identified.

УДК 635.21

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ПОЧВОЗАЩИТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

В.К. Сердеров, Б.К. Атамов, Д.В. Сердерова

ФГБНУ «Аграрный научный центр республики Дагестан», г. Махачкала, Россия

Наряду с полной механизацией всех производственных процессов в сельском хозяйстве, все чаще возникают вопросы влияния частых обработок почвы на её плодородие. Наиболее уязвимыми в этом отношении являются склоновые земли, так как почва здесь в большей степени подвергается водной и ветровой эрозии. Применительно к условиям сложного рельефа склоновых земель горной провинции нами разработана и внедрена ресурсосберегающая технология возделывания картофеля. Она позволяет сократить затраты на основную обработку почвы на 50 %, способствует сохранению плодородия и снижению эрозионных процессов.

Ключевые слова: ресурсосберегающая технология, склоновые земли, картофель, урожайность, рентабельность

Введение

Главной задачей сельскохозяйственного производства является обеспечение населения качественными продуктами питания, животноводство – кормами, а перерабатывающую промышленность – сырьем для переработки.

Одной из сельскохозяйственных культур, занимающих ведущее место по универсальности использования в народном хозяйстве, является картофель. Обеспеченность качественным картофелем и по приемлемым ценам – существенный фактор улучшения благосостояния населения.

В Дагестане его возделывают во всех природно-климатических провинциях – от Прикаспийских равнин до высокогорий.

По данным органов статистики, площадь посадок картофеля в республике в 2021 г. составила 19,6 тыс. га, валовой сбор – 357,3 тыс. тонн при урожайности 18,2 т/га.

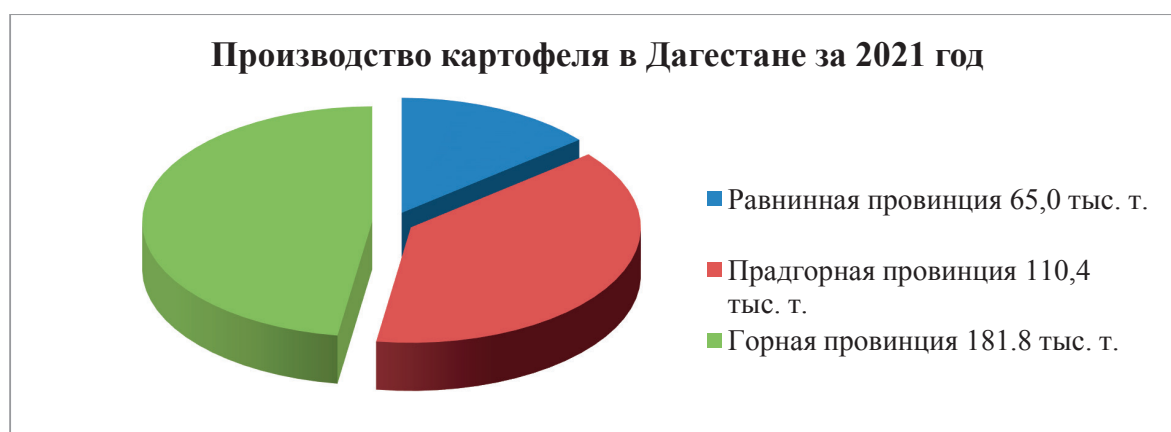


Рисунок 1 – Показатели производства картофеля в Дагестане в разрезе природно-климатических провинций за 2021 год

Республика Дагестан относится к типичным горным районам Российской Федерации, где горы и предгорья занимают 60 % территории.

В горной провинции картофель является одним из основных продовольственных культур, где его производство составляет – 181,8 тыс. тонн или 51 % от общего валового сбора (рисунок 1) [4, 5].

Важная роль в повышении урожайности картофеля принадлежит агротехнике. В странах развитого картофелеводства она достигла довольно высокого уровня. Несмотря на многочисленные технологии, применяемые в разных странах, существует ряд агротехнических приемов возделывания данной культуры, которые эффективны почти во всех климатических условиях и которые положительно влияют на урожайность и качество выращенного картофеля.

Хотя агротехнике принадлежит важная роль, но главным фактором высокого уровня биопродуктивности выступает состояние почвенного покрова как природного ресурса, который играет важную роль в мировом производстве продовольствия. Поэтому крайне важно обратить особое внимание на сохранение и улучшение почвенного плодородия.

Многообразие природно-климатических условий обеспечили формирование на территории Республики Дагестан сложного по своей структуре и разнообразного почвенного покрова, дифференцированное исполь-

зование которого на фоне комплекса мелиоративных и противоэрозионных почвозащитных мероприятий позволит повысить продуктивность земельных угодий.

В последние годы воздействие человека на почвы достигло критических масштабов, и они перестают выполнять свои важные функции. В настоящее время около 33 % глобальных почвенных ресурсов деградировано вследствие эрозии, уплотнения и засоления почвы, вымывания из почвы органических и питательных веществ, подкисления, загрязнения и других процессов, связанных с нестабильной практикой управления земельными ресурсами [3].

Как показывают многочисленные проведенные исследования, фактором отрицательного влияния на плодородие почвы является также и механическая обработка сельскохозяйственной техникой (пахота с оборотом пласта).

Одним из экологосовместимых подходов, способствующих сохранению и улучшению плодородия почв, является почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, которое в последние годы особенно широко пропагандируется и внедряется в сельском хозяйстве.

Цель исследований – разработать и внедрить применительно к условиям сложного рельефа склоновых земель горной провинции ресурсосберегающую технологию возделывания картофеля.

Одним из самых энергоёмких и дорогостоящих приемов в земледелии является обработка почвы, так как на обработку почвы приходится примерно половина энергетических затрат от всего их объёма на выращивание сельскохозяйственных культур [1].

Предлагаемая нами ресурсосберегающая технология позволяет сократить затраты на основную обработку почвы (пахоту), подготовку участка после пахоты и предпосадочную обработку поля на 50 %, а также способствует сохранению плодородия и снижению эрозионных процессов.

Суть предлагаемой технологии заключается в следующем: осенью вместо зяблевой вспашки тракторным плугом без отвала пахут полосы шириной 0,7 м, оставляя такие же полосы по 0,70 м без обработки.

Выполняется этот процесс следующим образом: при пахоте 6-и корпусным плугом, у него снимается 2 средних корпуса, а следующий проход пахется через 0,7 м. Все последующие операции (внесение удобрений, посадка, уход) выполняются в 0,70 м обрабатываемых полосах, не обрабатываемые полосы оставляют для движения колес сельскохозяйственной техники.

Посадка картофеля осуществлялась по осетинской ленточно-гребневой технологии – по схеме 60 x 80 см.

Все последующие обработки осуществляются согласно осетинской ленточно-гребневой технологии: – до появления всходов проводят 1–2 междурядных обработок, а после – двукратное рыхление с окучиванием, где всходы полностью закрывают почвой. При этом уничтожаются сорняки и защищаются всходы от ночных кратковременных, весенних заморозков.

Дальнейший уход после появления всходов заключается в своевременных поливах и защите растений от вредителей и болезней [1].

Материал и методы

Работа выполнена в 2015–2018 гг. в отделе плодоовощеводства, на горном полигоне «Курахский» ФГБНУ «Аграрный научный центр Республики Дагестан», расположенный в МО Курахском районе на высоте более 2000 метров над уровнем мирового океана.

Для изучения эффективности предлагаемой нами ресурсосберегающей технологии возделывания картофеля был заложен полевой опыт.

В схему опыта вошли следующие варианты:

1. Применяемая в республике гребневая технология возделывания картофеля (контроль);
2. Астраханская ленточно-гребневая технология;
3. Осетинская ленточно-гребневая технология;
4. Новая ресурсосберегающая технология.

Повторность – 3-кратная, площадь делянки 56 м². Сорт – Волжанин.

Результаты исследований и обсуждение

Визуальное обследование растений, проведенное в фазе цветения показало, что на вариантах разработанной нами ресурсосберегающей технологии и Осетинской ленточно-гребневой технология возделывания картофеля растения имели более развитую надземную массу. Как показали дальнейшие исследования, в этих вариантах была получена более высокая урожайность картофеля, превешавшая контроль на 2,4 и 2,1 т/га по сравнению с контролем или на 8–9 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние различных технологий возделывания картофеля на его урожайность

№ п/п	Варианты (технология)	Урожайность по годам, т/га				В среднем	
		2015	2016	2017	2018	т/га	%
1	Местная гребневая (контроль)	24,1	31,0	22,6	24,6	25,6	100

Продолжение таблицы 1

2	Астраханская ленточно-гребневая	21,2	31,0	21,8	24,2	24,8	97
3	Осетинская ленточно-гребневая	24,3	32,2	26,4	29,0	28,0	109
4	Новая ресурсосберегающая	29,6	30,3	24,0	26,9	27,7	108
НСР ₀₅		2,4	4,1	2,0	2,3		

Одним из основных показателей эффективности отрасли картофелеводства является себестоимость выращенной продукции и ее рентабельность.

Себестоимость продукции – это все возможные затраченные финансовые ресурсы на производство и реализацию, которая зависит от многих факторов. От уровня применения механизации возделывания и культуры ведения отрасли сельского хозяйства, от обеспеченности хозяйств необходимой современной высокопроизводительной техникой и от применения технологических приемов, способствующих повышению плодородия сельскохозяйственных земель.

На себестоимость продукции влияют затраты на гектар посадки и урожайность. Поэтому сокращение затрат труда и средств на возделывание картофеля и повышение его урожайности ведет к снижению себестоимости и росту рентабельности производства [5].

Предлагаемая нами ресурсосберегающая технология возделывания картофеля позволяет получать высокие урожаи при оптимальной себестоимости продукции. Как показали исследования, себестоимость выращенной продукции, при использовании ресурсосберегающей технологии, ниже по сравнению с контролем на 1,37 тыс. рублей или на 20 % (таблица 2).

Таблица 2 – Экономическая эффективность различных технологий возделывания картофеля

№ п/п	Название технологии	Общие затраты, тыс. руб.		Урожайность, т/га	Себестоимость, тыс. руб.	Выручка, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.	Рентабельность, %
		на 1 га	на пахоту и предпосадочную подготовку					
1	Местная гребневая (контроль)	200	70	25,6	7,81	399,9	199,9	104
2	Астраханская ленточно-гребневая	206	70	24,8	8,31	406,1	206,1	105
3	Осетинская ленточно-гребневая	210	70	28,0	7,50	428,0	218,0	110
4	Ресурсосберегающая технология	178	32	27,7	6,43	432,4	254,6	148

Как показали результаты исследований, применение новой ресурсосберегающей технологии способствует снижению затрат и тем самым себестоимости выращенной продукции, которая влияет на рентабельность отрасли.

Использование новой технологии способствует увеличению, по сравнению с контролем, рентабельности на 44 %.

Заключение

Предлагаемая нами технология возделывания картофеля наряду с высокой урожайностью, обеспечивает сохранение плодородия почв, защиту склоновых земель от эрозионных процессов. При этом значительно снижаются издержки производства и повышается рентабельность. Себестоимость продукции по сравнению с контролем снижается на 1,37 тысяч рублей или на 20 %.

Список использованных источников

1. Айтемиров, А.А. Продуктивность озимой пшеницы по чистому и занятому парам в зависимости от систем обработки почвы по почвенно-географическим подпровинциям Дагестана / А.А. Айтемиров [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – Махачкала, 2013. – № 4 (16). – С. 13–18.
2. Коринец, В.В. «Технология производства картофеля в Астраханской области» (рекомендации ВНИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства) / В.В. Коринец [и др.]. – Астрахань, 2007. – 8 с.

3. Нели Верхулст, Изабелла Франсуа, Брам Говаэртс. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие: Как улучшить качество почв и создать устойчивые системы сельскохозяйственного производства? – Анкара, 2015. – 34 с.

4. Сердеров, В.К. Картофель / В.К. Сердеров. – Махачкала: Из-во Даг НИИСХ, 2016. – 304 с.

5. Ханбабаев, Т.Г. Ресурсный потенциал сельскохозяйственных предприятий / Т.Г. Ханбабаев // Проблемы развития сельского хозяйства Дагестана. – Махачкала, 2014. – 237 с.

RESOURCE-SAVING SOIL PROTECTION TECHNOLOGY FOR POTATOES

V.K. SERDEROV, B.K. ATAMOV, D.V. SERDEROVA

Along with the complete mechanization of all production processes in agriculture, more and more questions arise about the influence of frequent tillage on its fertility. Most of all, mountain slope lands are subjected to such processes, since here the soils are more exposed to water and wind erosion. The purpose of our research was to develop and implement a resource-saving technology in relation to the conditions of the complex relief of the sloping lands of the mountainous province. As the research results have shown, the resource-saving technology developed by us makes it possible to reduce the cost of basic tillage by 50 percent, helps to preserve fertility and reduce erosion processes.

УДК 631.421

РАЗЛИЧИЯ РЕЛЬЕФНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЧВЫ И ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

С.А. Теймуров

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», г. Махачкала, Россия

Различия рельефного расположения почв обуславливают неидентичную направленность почвообразовательного процесса, что в результате сказывается на плодородии. Располагаясь на почвах одного и того же типа и имея в составе травостоев одни и те же виды растений, кормовые угодья, тем не менее, могут иметь разную продуктивность вследствие различной интенсивности их использования.

Ключевые слова: зона сухих степей, рельеф долины, свойства почв, водный режим, плодородие

Введение

Светло-каштановые почвы широко используются под сельскохозяйственные культуры и в силу естественных и антропогенных факторов подвержены эрозионным процессам. Неровности рельефа определяют интенсивность стока поверхностных вод. Вода атмосферных осадков стекает по склонам с повышенных элементов рельефа в пониженные. В результате повышенные участки теряют часть влаги, а почвы пониженных получают их дополнительно.

С перераспределением влаги по элементам рельефа связана миграция твердых и водорастворимых продуктов выветривания и почвообразования.

Тесная связь между элементами рельефа и характерными различиями почв стала основой разработки метода опорных участков ("ключей") при картировании почв. Суть этого метода заключается в том, что на типичной для данного района области устанавливается связь элементов рельефа с растительными группировками, с составом почвообразующих пород и характерными особенностями почв. Для этого закладывают нужное количество почвенных разрезов на разных элементах рельефа и устанавливают приуроченность к ним грунтовых склонов. Полученные данные являются гипсометрической основой для картографирования почв данного района.

Территория Кизлярских пастбищ (1519,1 тыс. га), согласно агроэкологическому районированию Республики Дагестан [1], относится к Терско-Кумской подпровинции. Процесс почвообразования здесь происходит в неразрывной связи с зонально-климатическими факторами, в качестве которых выступают засушливость климата, уровень залегания минерализованных грунтовых вод, механический состав почв, почвогрунтов и ветровая эрозия. Спецификой территории является равнинный характер – наличие микроповышений в сочетании с элементами понижений, вытянутых в северном направлении. Преимущественное распространение здесь получили светло-каштановые почвы и в различной степени закрепленные пески. Светло-каштановые почвы образуют южную подзону сухих степей, переходную к полупустыне. Залегают, как правило, в комплексах с солонцами. По условиям рельефа расположены на равнинах и склонах различной крутизны.

Почти все земли региона засолены легкорастворимыми солями, незасоленных земель практически нет; почти все земли подвержены процессам дефляции или эрозионно опасны.

В ландшафте Кизлярских пастбищ преимущественное положение занимает полупустынная равнина с небольшим уклоном на восток и северо-восток; она представляет собой безводную территорию с огромным количеством мелких соленых озер и песчаных массивов [3]. На платообразных равнинах с волнистым рельефом наблюдается развитие мелких форм в виде холмообразных повышений и замкнутых (блюдеобразных) западин. Рациональное использование пастбищных угодий на равнинах сдерживается развитием деградационных процессов, интенсивность которых зависит от систем хозяйствования и складывающихся условий внешней среды. Среди разрушающих факторов, вызванных антропогенным воздействием, выделяются эрозионные процессы, при которых снос почвы дефлированием и с поверхностным стоком превышает процесс почвообразования.

По характеру почвенного покрова место проведения опытов входит в район светло-каштановых почв, бургристо-грядовых и барханных развеваемых песков. По степени расчленения они относятся к средне- и крупнобургристо-грядово-барханным [4]. Согласно полученным нами данным, свойства изучаемых светло-каштановых почв существенно отличаются от оптимальных значений. Верхний горизонт светло-каштановых почв в результате развития ветровой эрозии в значительной степени обеднен илестой фракцией. В свою очередь, легкий гранулометрический состав этих почв способствует развитию дефляции. Исследуемые светло-каштановые почвы обеднены азотом и фосфором. В горизонте В, по сравнению с горизонтом А2, меньше гумуса, илестой фракции, подвижных форм азота, фосфора и калия, меньше емкость поглощения почв, больше плотность почв, влажность завядания и влажность в полевых условиях.

Таким образом, процесс образования светло-каштановой почв равнин протекает в условиях малого поступления в почву растительных остатков, замедленных темпов гумусообразования и слабой выщелочности профиля от карбонатов и легкорастворимых солей [2].

Анализы показали, что в твердом стоке светло-каштановой почвы содержалось гумуса 2,2%, доступных форм азота – 11,2, фосфора – 3,3, калия – 29,9 мг/100 г почвы, тогда как их содержание в исходной почве составило соответственно 1,7%, 10,9, 2,2 и 31,0 мг/100 г почвы.

Цель исследований заключалась в оценке состояния плодородия почв в зависимости от уровня их расположения (возвышенной и пониженной части равнины) и выявлении возможности их использования под кормовые культуры.

В задачи исследований входило определение гранулометрического состава, физико-химических и водно-физических свойств почв в зависимости от их рельефного расположения (на повышенных и пониженных участках пастбищ).

Методы и объект исследований

Район проведения опытов характеризуется жарким и сухим климатом. Среднегодовая температура воздуха по данным метеостанции Терекли-Мектеб составляет +12,2–13,0°C, при среднянварской – 3,0–3,4°C и среднеиюльской +26,3–26,5°C.

В годы исследований погодные условия не имели значительных климатических изменений с характерным для зоны проявлением воздушных и почвенных засух, последствия которых очень часто снижают продуктивность сеяных и естественных фитоценозов.

В целях получения информации о минералогическом составе, физико-химических и водно-физических свойствах, играющих значительную роль в плодородии почв, использовались традиционные методы лабораторных анализов. Обработка почвы проводилась согласно зональным рекомендациям и включала поверхностную обработку дисковыми орудиями с последующей вспашкой на 25–27 см. Наблюдения за динамикой плотности сложения проводились на травостоях многолетних кормовых трав посева и посадки полукустарников и кустарников в период возобновления вегетации (весна) и в конце вегетации (осень) в слоях 0–10, 10–20, 20–30 см.

Почвенные разрезы (ключи) были заложены в 2016 г. на возвышенных и пониженных частях территории ОПХ ГУП «Ногайское лесничество», которая является типичной для данного района сухостепной зоны. Почва опытного участка светло-каштановая солонцеватая. Дифференциация верхних горизонтов по профилю почвы заметная, ближе к подстилающей породе выражается слабее. Окраска серо-коричневая, с глубиной светлеет до желтой. Уже на глубине 45–80 см отмечается обильное выделение карбонатов в виде пятен «белоглазки». Независимо от места расположения отмечается вскипание по всему профилю. Большинство корней растений расположено на глубине до 43 см, отдельные корни встречаются и на глубинах более метра. Верхние горизонты почв отличаются наличием глубоких трещин – результат термических и палеокриогенных деформаций, что указывает на склонность к сильному набуханию и усыханию. Мощность почвенного профиля на верхней части склона составляет 74 см, а с понижением высотного уровня увеличивается до 83 см.

Результаты исследований

Гранулометрический анализ почвы показывает, что все слои профильных разрезов относятся к среднесуглинистым разностям: содержание физической глины (<0,01 мм) колеблется в пределах 31–47%. Отклонения по гранулометрическому составу на исследуемых высотных уровнях выражаются не резко, но наблюдается «утяжеление» гранулометрических фракций в профиле почвы, расположенной ближе к водотоку (таблица 1). Структура почвы на склоне пылевато-комковатая с неясно выраженной призматической формой уплотненная с характерным глянцевым блеском на гранях отдельностей. Здесь же преобладают эрозионно-устойчивые структурные частицы размером 1–3 мм и более. Изменение структурного состояния с понижением рельефа в не меньшей степени обусловлено увеличенным содержанием в почве органических соединений, способствующих склеиванию почвенных частиц в более крупные агрегаты.

Таблица 1 – Гранулометрический и структурный состав светло-каштановой почвы аридной зоны Кизлярских пастбищ

Место расположение	Глубина генетического горизонта, см	Гранулометрический состав				Структурный состав				
		частицы, мм				фракции, %				
		1- 0,005	0,05- 0,001	<0,001	<0,01	>10	>3	3-2	2-1	<1
Возвышенная часть участка	0-28	21,3	55,1	23,4	41,0	32,0	22,3	5,3	11,0	18,6
	28-41	25,2	47,3	27,2	45,2	32,9	19,2	5,5	12,1	19,6
	41-76	22,7	52,9	24,1	42,0	20,0	21,7	6,1	11,6	21,0
	76-115	20,4	65,9	13,4	31,2	20,0	20,8	6,0	11,0	21,6

Продолжение таблицы 1

Пониженная часть участка	0-28	28,1	45,5	26,2	44,7	21,0	23,9	4,6	10,5	18,3
	28-34	24,1	56,6	19,0	42,2	25,0	21,7	5,8	13,1	20,6
	34-47	25,8	51,1	22,8	42,6	22,6	22,5	7,3	14,2	17,8
	47-85	17,5	62,8	19,4	47,3	22,8	32,1	6,9	12,3	17,8
	85-122	21,0	60,1	18,7	38,6	24,0	26,2	6,2	10,3	15,2

Гранулометрический состав и структура почвы на разноуровневых частях участка в значительной степени влияют на формирование физических, химических и водных свойств. Почва в 0–30 см слое в верхней части участка отличалась большей плотностью (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели светло-каштановой почвы аридной зоны Кизлярских пастбищ

Место расположения	Глубина генетического горизонта, см	Удельная масса, г/см ³	Общая скважность, %	Гумус, %	рН водной вытяжки	Обменные основания, мг-экв./100 г	Доступные растениям формы соединений, мг/100 г почвы	
							N	P ₂ O ₅
Возвышенная часть участка	0-28	2,5	48	1,7	8,2	30,7	5,1	1,6
	28-41	2,5	не опр.	0,7	8,2	29,2	4,1	0,8
	41-76	2,7	-«-	0,5	8,6	24,9	3,7	0,7
	76-115	2,9	-«-	0,6	8,0	23,4	3,7	0,3
Пониженная часть участка	0-28	2,6	54	2,1	8,0	30,6	6,1	2,5
	28-34	2,5	не опр.	2,5	8,1	29,0	4,9	1,0
	34-47	2,6	-«-	1,8	8,2	28,3	4,0	1,2
	47-85	2,7	-«-	0,9	8,3	26,2	2,9	0,8
	85-122	2,5	-«-	1,0	8,3	27,0	3,1	0,2

Реакция почвенного раствора на пониженных и возвышенных частях участка щелочная и по точкам определений изменялась незначительно. Исследуемые почвы характеризуются средней величиной емкости поглощения (23–31 мг-экв.). Содержание поглощенных катионов натрия было выше в элювиальном и переходном горизонтах профиля почвы (соответственно по слоям 0–28 см и 28–41 см – 0,5 и 0,8 мг-экв./100 г почвы). С понижением высотного уровня большая часть катионов натрия накапливалась в иллювиальных горизонтах почвенного профиля и составляла по слоям 34–47 см и 47–85 см соответственно 0,8 и 0,5 мг-экв./100 г почвы. Большее количество катионов кальция (61–76% от суммы) накапливалось в почве в нижней части участка, а катионов магния (26–38% от суммы) в его верхней части, в связи с чем наблюдались более низкие значения соотношения Ca:Mg с повышением высотной отметки местности. Содержание гумуса в почве по исследуемым профилям разрезов невысокое (1,7–2,1%), что характерно для современных подтипов каштановых почв. Накопление органических веществ с глубиной по разрезу закономерно уменьшается. Почва возвышенной части участка отличалась пониженными запасами гумуса. Так, в слое 0–28 см в пониженной части участка количество гумуса было в среднем на 0,4% больше, чем в таком же слое почвы возвышенной части участка. Содержание гумуса в почве возрастало с понижением высотного уровня с 0,6% до 1,0%. Вместе с содержанием органического вещества по слоям почвенного профиля изменялось и количество доступных азотных и фосфорных соединений, большее количество которых накапливалось в элювиальном горизонте почвы.

Естественно, что интенсивно проявляющиеся на разноуровневых участках денудационно-эрозионные процессы накладывают определенный отпечаток на распределение питательных элементов, увеличивая их количество в пониженной части участка. Однако приведенные данные показывают, что улучшение свойств эродированной светло-каштановой почвы в пониженной части участка наблюдается не только в верхних слоях, а по всему профилю, затрагивая и почвообразующую породу. Не исключено, что на более повышенных частях участка из-за своеобразных микроклиматических условий протекают и количественно иные процессы почвообразования.

Одним из определяющих факторов плодородия почв в зоне сухих степей является водный режим, от которого зависит продуктивность почвы и величина и устойчивость урожая. Проведенные исследования на опытном участке позволили установить следующие основные закономерности в режиме почвенной влаги в течение вегетационного периода:

Весна. После перехода среднесуточных температур через 00С начинается быстрое инфильтрационное увлажнение почвогрунта в среднем до 60–80 см глубины, далее вглубь до капиллярной каймы остается горизонт с мертвым запасом влаги.

Лето. Запасы влаги, накопленные в осенне-зимний период, расходуются к июлю. В остальной период лета и в начале осени почвогрунт остается сухим. Периодически увлажняются только верхние 10–20 см за счет летних дождей. В целом летние осадки весьма незначительно участвуют в водопитании растительности (25–30 мм). Иссушение почвогрунта идет по всему увлажненному горизонту.

Различия в гранулометрических, физических и химических показателях почв исследуемых местоположений опытного участка обуславливают величину накопления влаги в активном слое почвы. Содержание и характер перемещения влаги в почве являются одними из основных факторов, определяющих ее плодородие, что приобретает первостепенное значение в аридных условиях сухостепной зоны. Наибольшая величина полевой влагоемкости отмечалась на пониженной части склонового участка, что предопределило и больший диапазон активной влаги (рисунок).

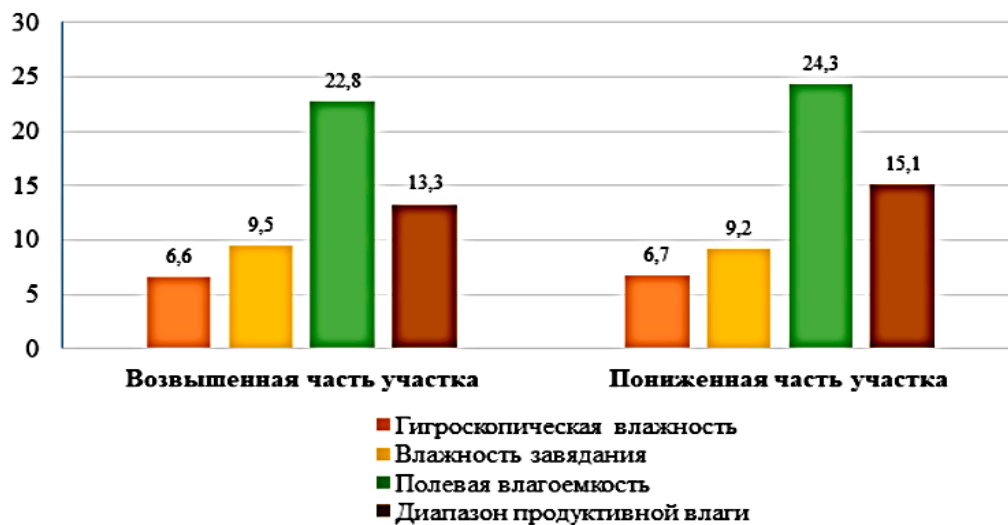


Рисунок – Водные показатели 0–30 см слоя почвы на опытном участке, %.

За годы наблюдений количество осадков в начальный период вегетации яровых соответствовало средне-многолетней норме, в связи с чем по высотному уровню содержание влаги различалось незначительно. При сравнительно ограниченном увлажнении в середине вегетации культур наибольшее накопление влаги отмечено в пониженной части участка, что обосновывается и состоянием развития растений. В острозасушливые периоды вегетационного сезона, каким, например, отличался майско-июльский период 2016 г., преимущества в содержании влаги в почве, связанные с высотным местоположением участков исследований, не наблюдалось.

Заключение

Таким образом, почва на возвышенной части участка накапливает меньше влаги и отличается пониженным запасом питательных веществ, что обуславливает более слабое развитие и более низкую продуктивность возделываемых растений.

Сопоставление результатов исследований позволяет выявить отклонения в профильной характеристике плодородия почв сухостепной зоны Кизлярских пастбищ, а также оценить тенденции изменения морфологических, физических, химических и водных свойств светло-каштановой почвы на разных высотных уровнях сравнительно небольшого по длине отрезка склона. Различия в естественном плодородии почв, характерные для каждого разноуровневого участка, диктуют необходимость дифференцированного подхода к подбору и размещению культур и использованию приемов агротехники.

Список использованной литературы

- Аджи́ев, А.М. Почвенные ресурсы Дагестана, их охрана и рациональное использование / А.М. Аджи́ев [и др.]. – Махачкала, 1996. – С. 75–106.
- Гамидов, И.Р. Агроэкологические аспекты улучшения опустыненных Черных земель и Кизлярских пастбищ: монография / И.Р. Гамидов [и др.]. – Махачкала: «RisoPress», 2018. – 226 с.

3. Гюль, К.К. Физическая география Дагестанской АССР / К.К. Гюль [и др.]. – Махачкала: Даг. книг. изд-во, 1959. – 250 с.
4. Керимханов, С.У. Почвы Дагестана / С.У. Керимханов. – Махачкала, 1976. – 120 с.

THE DIFFERENCE IN THE RELIEF LOCATION OF THE SOIL AND THE IDENTIFICATION OF THE POSSIBILITY OF THEIR USE FOR AGRICULTURAL CROPS
S.A. TEYMUROV

The difference in the relief location of the soil causes a non-identical orientation of the soil formation process, which as a result affects fertility. Located on soils of the same type and having the same plants as grass stands, forage grounds, nevertheless, can have different productivity due to different intensity of their use.

ЭКАЛОГІЯ

УДК 379.83(476.2)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

И.В. Абрамова

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В статье рассматриваются особенности развития экологического туризма на территории Гомельской области. Объект анализа – природное и культурное наследие региона. Предмет анализа – региональный контекст использования природного и культурного наследия в сфере развития экологического туризма. Результатом проведённого исследования является рассмотрение регионального контекста развития экологического туризма в Гомельской области, выявлены проблемы в сфере экотуризма и перспективы их решения.

Ключевые слова: экологический туризм, агроэкотуризм, особо охраняемые природные территории, Гомельская область

Развитие экологического туризма (экотуризма) на современном этапе опирается на природное и культурное наследие регионов в едином комплексе, раскрывая в ходе туристско-экскурсионных программ взаимосвязь природных ландшафтов, системы расселения, форм природопользования, традиций духовной и материальной культуры местного населения.

Цель данного исследования: выявить региональные особенности развития экологического туризма на территории Гомельской области. В работе использован метод системного анализа и описательный метод.

В 2012 г. Беларусь взяла курс на переход к «зеленой» экономике, это нашло отражение в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. «Зеленый» экономический рост является базой для обеспечения перехода к устойчивому развитию на национальном и региональном уровнях в результате развития экосистемных услуг, рационального использования природных ресурсов, внедрения экологических инноваций, более широкого внедрения «зеленых» технологий, товаров и услуг, создания новых рабочих мест, создания и внедрения образовательных программ для молодежи и взрослых (включая программы повышения квалификации и переподготовки) и др. Национальной стратегией развития системы особо охраняемых природных территорий до 1 января 2030 г. был определен перечень перспективных для развития туризма ООПТ, в их число вошли 5 республиканских заказников области («Смычок», «Выдрица», «Днепро-Сожский», «Мозырские овраги», «Средняя Припять») и Национальный парк «Припятский». В 2016 г. был принят Национальный план действий по внедрению принципов зеленой экономики в отраслях народного хозяйства Республики Беларусь до 2020 г., который предусматривал работу по восьми направлениям, одним из которых стал экологический туризм.

В 2017 г. утвержден Комплекс мер по развитию и продвижению экологического туризма на особо охраняемых природных территориях на период до 2025 г. Среди 29 мероприятий, запланированных к реализации, – разработка стратегий развития экотуризма и создание бренда для каждой ООПТ, включенной в перечень перспективных для развития экологического туризма, формирование туристической инфраструктуры, строительство и обеспечение функционирования визит-центров, разработку и создание экотроп и зеленых маршрутов (в т.ч. трансграничных), разработку виртуальных туров, создание экотуристических кластеров (в т.ч. на базе Национального парка «Припятский» и республиканских заказников «Днепро-Сожский», «Выдрица», «Смычок»). Курс на развитие экотуризма в нашей стране подтвержден в Национальной стратегии развития туризма в Республике Беларусь на период до 2035 г.

В декабре 2021 г. утвержден Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2025 г., среди приоритетных направлений которого экологический туризм (устойчивый туризм), устойчивое потребление и производство, сохранение и устойчивое использование биологического и ландшафтного разнообразия, научные исследования и образовательные мероприятия.

Гомельская область обладает значительным потенциалом для развития экотуризма. В регионе экологические экскурсии и туры организуются как на ООПТ, так и вне их границ. На начало 2022 г. сеть ООПТ охватывает 7,4% территории области (1 национальный парк, биосферный резерват «Припятское Полесье», 14 заказников республиканского значения, 43 заказника местного значения, 14 памятников природы республиканского значения и 56 памятников природы местного значения [1]).

Центрами развития экотуризма в регионе являются ООПТ: национальный парк «Припятский», республиканские заказники, для управления которыми созданы государственные природоохранные учреждения («Смычок» в Жлобинском районе, «Выдрица» в Светлогорском районе, «Днепро-Сожский» в Лоевском районе). В ряде заказников области созданы эколого-просветительские центры, которые функционируют с целью повышения экологической культуры путешественников.

Перспективными для организации экотуризма в регионе являются следующие виды деятельности: посещение ООПТ, экскурсии по экотропам и зеленым маршрутам, образовательный туризм (для учащихся школ

и университетов), наблюдение за сезонными явлениями (миграции птиц, брачные игры зверей и птиц и др.), фототуры, экскурсии в музеи (природы, этнографические, краеведческие и т.п.), посещение экофестивалей, этнографические туры и др.

В Гомельской области разработано более 25 экологических маршрутов. В национальном парке «Припятский» вниманию туристов предлагают 6 маршрутов: «Пойма Припяти», «Найдянская», «Припятская долина», демонстрационная площадка Музея Природы «Сафари-парк», «Царь-дуб» и «Царь-сосна». На территории республиканских заказников Гомельской области создано 3 экологических тропы и 3 зеленых маршрута; 14 экомаршрутов разработано в лесхозах области.

В республиканском заказнике «Смычок» оборудована экологическая тропа «Барвинка», разработан водно-экологический маршрут «Днепра-Бярэзінскі смык на шляху з варагаў у грэкі». Функционирует эко-туристическая база «Смычок», на берегу оз. Проров размещен мобильный домик. В республиканском ландшафтном заказнике «Выдрица» к разработанным ранее комбинированному (пешеходно-водному) маршруту «Бронекатер» БКА–205» и экотропе «Озеро Белогорское» в 2021 г. добавились 3 экологических маршрута («Дикий калейдоскоп», «Березинский сплав», «Сцежка да Алы»). Экотуристическая база «Уречье» предлагает услуги по размещению туристов. Республиканский биологический заказник «Днепро-Сожский» предлагает экскурсии по двум маршрутам («Лесной» и «Луговой»).

Формы познавательного экотуризма в ООПТ расширяются за счет организации специализированных туров, создания этнографических экспозиций (музеев), использования объектов доиндустриальных производств (пасеки, мельницы, кузницы), возрождение народных праздников и обрядов, создания региональных центров традиционных ремесел, производство экологически чистой продукции, включая сбор грибов, ягод, сбор или выращивание лекарственных растений, производство меда и др. На базе национального парка «Припятский» организуются событийные мероприятия: Международный фестиваль этнокультурных традиций «Зов Полесья», рыболовный фестиваль «Припять Фест», фото-сафари «Дикое Полесье», «Ночь волков» и др. Биологический заказник местного значения «Туровский луг», где гнездится более 50 видов куликов, стал ареной проведения Фестиваля куликов. Туровский луг ежегодно приглашает бердвотчеров для наблюдений за масштабной весенней миграцией птиц.

В Гомельской области 6 (из 48) старинных парков объявлены памятниками природы, 2 из них – республиканские (парк Гомельского дворцово-паркового ансамбля в г. Гомель, парк «Красный берег» в Жлобинском районе) [1]. Они представляют интерес как для познания флоры и фауны (здесь представлены интродуцированные виды деревьев и кустарников, наблюдается разнообразие и обилие птиц), так и истории края (являются образцами дворцово-парковой или усадебно-парковой архитектуры). Огромное научное, историческое и эколого-просветительское значение имеет представленный на территории парка Гомельского дворцово-паркового ансамбля богатый видами и высоковозрастной древостой, частично сохранившийся от первичной посадки, для которой в середине 19 в. из Варшавы были завезены 58 видов деревьев и более 300 видов кустарниковых и оранжерейных растений [2].

Высоким потенциалом для привлечения экотуристов отличаются водно-болотные угодья (ВБУ). Всего в Беларуси 26 ВБУ, имеющих международное значение [3]. Наша страна еще не в полной мере использует возможности для экологического туризма на водно-болотных угодьях. Статус Рамсарского угодья в области имеют национальный парк «Припятский», республиканские заказники: «Выдрица», «Средняя Припять», «Старый Жаден», «Пойма реки Ипуть» и «Пойма реки Днепр».

Наблюдения за птицами – один из наиболее популярных видов деятельности туристов в ходе экотуристических. В Гомельской области обитают виды, которые стали редкими в Западной Европе, – белая лазоревка, мородунка, дупель, большой подорлик и др. Лучшими местами для организации туров по наблюдению за птицами наряду с Рамсарскими угодьями являются Территории, важные для птиц (ТВП). В Беларуси насчитывается 53 ТВП [4], 15 из которых полностью или частично расположены в Гомельской области. Как правило, статус ТВП имеют ООПТ: Национальный парк «Припятский»; ландшафтные заказники республиканского значения («Пойма Сожа», «Выдрица», «Старый Жаден», «Средняя Припять» и др.). Наиболее привлекательными для зарубежных туристов территориями являются ТВП «Средняя Припять» (12 видов из списка Топ-20 видов птиц, представляющих интерес для зарубежных бердвотчеров); ТВП «Припятские болота» (11 видов) и ТВП «Выдрица» (8 видов). Для бердвотчеров в нашей стране проводятся различные мероприятия: весенние и осенние дни наблюдения за птицами, зимние учеты водоплавающих птиц, которые проходят в первые выходные дни октября, соревнования по фотобёрдингу, чемпионат Беларуси по спортивной орнитологии и др. Таким образом, развивать это направление экотуризма можно в любое время года.

Министерство лесного хозяйства развивает экологический туризм на базе 10 лесохозяйственных хозяйств Гомельской области, в которых обустроены специальные охотничьи комплексы для отдыха. По данным Минлесхоза, только одна десятая часть потребителей услуг проживания в домах охотника составляют собственно охотники.

На 01.01.2022 г. Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь включал 866 недвижимых объектов наследия, расположенных на территории Гомельской области, среди которых

археологической комплекс «Юровичи» Калинковичского района, «Ратуша» и «Преображенская церковь» в г. Чечерск и др.; в регионе работают 26 учреждений по профилю музейной деятельности. В 2021 г. была открыта «Юровичская позднелепидолитическая стоянка». Музей под открытым небом включает экспозиционный павильон, который знакомит посетителей с жизнью первобытных людей, террасу и смотровую площадку. В список нематериального историко-культурного наследия Республики Беларусь включены 13 элементов [7]: плетение из соломы, искусство вышивки, обряд «Ваджэнне Сулы» на второй день Пасхи, обряд «Ваджэнне і пахаванне стралы», неглюбская народная текстильная традиция, обряд «Юр'я», обряд «Проводы русалки», песенный стиль Туровского межуречья Припяти-Ствиги, традиции поклонения каменным крестам, лесное бортничество и др. Старинный обряд «Юраўскі карагод» («Юрьевский хоровод»), который сохраняется в д. Погост (Житковичский район) в 2019 г. был включен в Список нематериального культурного наследия человечества ЮНЕСКО. В 2020 г. в Репрезентативный список нематериального культурного наследия человечества ЮНЕСКО включена совместная номинация Беларуси (на примере Лельчицкого района Гомельской области) и Польши «Культура бортничества».

В Гомельской области получил развитие агроэкотуризм. Количество зарегистрированных сельских усадеб в регионе по сравнению с другими областями нашей страны невысокое – на начало 2021 г. в Гомельской области насчитывалось 182 усадьбы (на 11 единиц больше по сравнению с предыдущим годом) [5]. Сельский туризм знакомит с культурными ценностями и традиционным образом жизни населения Полесско-Туровской зоны. К услугам туристов – музеи регионального или местного значения с коллекциями природоведческого, археологического, исторического, этнографического характера (Музеи природы в Турове и Лясковичах, Дрибинский районный историко-этнографический музей, Ветковский музей старообрядчества и белорусских традиций им. Ф.Г. Шклярова, Историко-археологический комплекс «Древний Туров», Музей народной культуры Мозырьщины «Палеская веда» и др.). Перспективными для развития этнографического туризма в Гомельской области являются Калинковичский район (Калинковичи – костюм, ткачество); Чечерский район (Чечерск – керамика, ткачество); Ветковский район (Неглюбка – костюм, ткачество); Дрибинский район (Дрибин – шаповальство); Мозырский район (Мозырь – глиняная игрушка); Добрушский район (резьба по дереву, обработка бересты) (по [6] с доп.).

Программы туров включают разные виды активностей: знакомство с традиционным деревенским образом жизни, мастер-классы по традиционным ремеслам, организация и проведение фестивалей, народных праздников и обрядов («Каляды», «Купалле», «Гуканне вясны», «Дажынкi», «Шчодрыкi», «Ваджэнне кусты» и др.), кулинарные мастер-классы, участие в сборе урожая или сенокосе, рыбалка, сбор ягод, грибов или лекарственных трав, верховая езда, посещение ближайших ООПТ и др. Популяризации народных традиций и развитию экотуризма способствует проведение праздников деревень и этнографических фестивалей. Например, ценителей хорошей шутки привлекает республиканский фестиваль юмора в деревнях Большие и Малые Автюки Калинковичского района, который проводится с 1995 г, а любителей народного искусства и ученых из всех уголков Беларуси и зарубежных стран собирает республиканский фольклорный фестиваль «Берагiня» в г.п. Октябрьский.

Таким образом, в Гомельской области сформированы опорные центры экотуризма, обустроены визит-центры и экотропы, разработаны зеленые маршруты. Развитие данного вида туризма вносит значительный вклад в достижение целей устойчивого развития на местном и региональном уровне. Необходимо отметить, что для более интенсивного развития экологического туризма требуется решение ряда проблем: 1) отсутствие комплексного турпродукта, 2) недостаточность или отсутствие инфраструктуры (в т.ч. для туристов с дополнительными потребностями), 3) отсутствие системной практики изучения, анализа и учета мнений (пожеланий, замечаний, претензий) со стороны туристов и экскурсантов, 4) кадровый «голод», привлечение некомпетентных специалистов, 5) низкий уровень сервиса. Перспективными направлениями развития экологического туризма в регионе являются активное позиционирование продвижение Гомельской области как дестинации природного туризма, создание системы зеленых маршрутов и экологических троп, виртуальных туров по ООПТ и размещение на онлайн-площадках (сайтах охраняемых территорий, официальном портале Национального агентства по туризму <https://www.belarustourism.by/>, портале <https://www.itourist.by/> и др.), внедрение в туристические маршруты, а также на объектах экологического туризма технологий дополненной и виртуальной реальности, включение в экотуры демонстрации диких животных в естественной среде, организация проведения районных, областных событийных туристических мероприятий.

Список использованных источников

1. Особо охраняемые природные территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.minpriroda.gov.by/ru/osob_ohran-ru/. – Дата доступа: 27.02.2022.
2. Федорук, А.Т. Садово-парковое искусство Беларуси / А.Т. Федорук. – Минск : Ураджай, 1989. – 247 с.
3. Водно-болотные угодья международного значения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ramsar.org/sites-countries/wetlands-of-international-importance>. – Дата доступа: 27.02.2022.
4. Тэрыторыі, важныя для птушак у Беларусі : каталог / Грамадская арганізацыя «Ахова птушак Бацькаўшчыны» ; пад агульнай рэд. С.В. Левага. – Мінск : РЫФТУР ПРЫНТ, 2015. – 151 с.

5. Туризм и туристические ресурсы в Республике Беларусь: статистический сборник. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – С. 31.

6. Гайдукевич, Л.М. Культурно-историческое наследие Белорусского Полесья как основа развития туризма в регионе / Л.М. Гайдукевич // Фальклор і сучасная культура : матэрыялы III Міжнароднай навукова-практычнай канферэнцыі, 21–22 красавіка 2011 г., Мінск : у 2 ч. / [рэдкалегія: І. С. Роўда і інш.]. – Мінск, 2011. – Ч. 1. – С. 11–13.

7. Дзяржаўны спіс гісторыка-культурных каштоўнасцей Рэспублікі Беларусь [Электронны ресурс]. – Режим доступа: <http://gosspisok.gov.by/>. – Дата доступа: 27.05.2022.

ECOLOGICAL TOURISM IN GOMEL REGION: CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT I.V. ABRAMOVA

The article deals with the specifics of ecotourism development on the territory of Gomel region. The object of analysis is the natural and cultural heritage of the region. The subject of the analysis is the regional context of natural and cultural heritage use in the sphere of ecological tourism development. The result of the conducted research is the consideration of the regional context of ecological tourism development in Gomel region, the problems in the sphere of ecotourism and the perspectives of their solution have been exposed.

УДК 635.914

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ

Е.Н. Басалай

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

*Приведены результаты разработки составов и способов производства новых питательных субстратов на основе местных отходов, рассмотрено их влияние на рост и развитие хлорофитума хохлатого (*Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques). Применение экспериментальных питательных субстратов оказало положительное влияние на изменение морфометрических параметров (длина и ширина листовой пластинки, количество листьев) хлорофитума хохлатого по отношению к обоим контрольным вариантам в лабораторных условиях. Использование полученных питательных субстратов позволит улучшить приживаемость растений в условиях вертикального размещения и снизить себестоимость фитостен за счет отсутствия необходимости периодической замены субстрата и пересадки растений.*

Ключевые слова: питательный субстрат, отходы, торф, биогенные элементы, хлорофитум хохлатый, вертикальное озеленение

Введение

Одной из основных экологических проблем в мире является обращение с отходами производства и потребления, для складирования которых заняты обширные площади, а экологически безопасное хранение и переработка требуют привлечения значительных материально-технических ресурсов [1].

Проблемам накопления отходов жилищно-коммунального хозяйства, в частности, осадков городских сточных вод, отходов пищевых и перерабатывающих предприятий, в частности, осадков производственных сточных вод, посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых [2–4].

Одним из наиболее перспективных и модных направлений зеленого строительства является вертикальное озеленение. Кроме оригинального декоративного вида, функционирование фитостен внутри помещений способствует сохранению полезных площадей за счет использования нефункционального пространства, улучшению микроклимата и качества воздуха помещений (снижению в нем концентрации загрязняющих веществ и повышению содержания кислорода, оптимизации влажности), снижению шумовой нагрузки извне. Идеи вертикального озеленения внутренних помещений успешно реализуются в разных странах мира, однако в Беларуси вертикальное размещение растений не получило широкого распространения [5–10].

В этой связи в работе показаны результаты разработки составов и обоснование способа производства новых питательных субстратов на основе местных отходов и торфа, не уступающих импортным аналогам по питательным свойствам, что позволит существенно понизить себестоимость вертикального озеленения. Последнее неминуемо скажется на популяризации новейших трендов зеленого строительства и позволит активно внедрять новые приемы вертикального озеленения помещений (офисы, торговые и развлекательные центры, выставочные пространства, рестораны, гостиницы) в условиях Беларуси.

Цель работы – разработать составы и обосновать способы производства новых питательных субстратов на основе местных отходов для вертикального озеленения помещений, а также оценить их влияние на рост и развитие комнатных растений.

Методика и объекты исследований

Отбор проб отходов проводился в соответствии с ГОСТ Р 56226-2014 и РД РБ 0212.6-2002. Изучение проб выполнялось по комплексу агрохимических показателей по стандартным методикам: рНКС1 (ГОСТ 27979-88), содержание влаги и сухого остатка (ГОСТ 26713-85), содержание органического вещества и золы (ГОСТ 27980-88), массовая доля общих азота (ГОСТ 26715-85), фосфора (ГОСТ 26717-85) и калия (ГОСТ 26718-85).

Основным способом обработки отходов и торфа в данной работе являлось компостирование. Компост на основе торфа и отходов готовился методом послойной закладки его компонентов с толщиной каждого слоя около 0,15–0,20 м. Для предотвращения потерь аммонийного азота сверху компост завершён слоем торфа. Ежедневно осуществлялся контроль за созреванием компоста (контролировались влажность и температура), систематически осуществлялось его увлажнение и перемешивание. Закладку компоста осуществляли в специальных контейнерах для компостирования.

Для проведения опытов по влиянию экспериментальных питательных субстратов на рост и развитие комнатных растений в лабораторных условиях использовали три варианта полученного компоста. Для сравнения эффективности применения полученных компостов применяли два контрольных варианта – грунт питательный торговой марки «Флора» (далее – грунт) и лесную дерново-подзолистую почву (отбор осуществлен в парке Воинов-интернационалистов, г. Брест; далее – почва).

В качестве экспериментального растения использовали хлорофитум хохлатый (*Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques), который является неприхотливым по отношению к субстрату и его питательным свойствам

(в том числе отлично растет и развивается на гидропонике), температуре, поливу, пересадкам, внесению удобрений и т.п., быстрорастущим, просто и быстро размножается.

Результаты и их обсуждение

В качестве компонентов для производства питательных субстратов выбраны отходы предприятия жилищно-коммунального хозяйства, грибопроизводящего предприятия, а также торф.

Отход грибопроизводящего предприятия (ОГП). На крупнейшем в Республике Беларусь предприятии по производству шампиньонов СООО «Бонше» в год образуется более 10.000 т отработанного субстрата, состоящего из торфа, птичьего помёта и ржаной соломы, и 1.800 т грибных корешков, обогащенных комплексом питательных веществ. По окончании производственного цикла после сбора урожая грибов осуществляется обработка отходов горячим паром.

Для выполнения работы отобраны пробы отработанного субстрата, характеризующаяся коричневым цветом с видимыми кусками птичьего помёта, соломы и остатков грибниц и влажностью 69,9 %. Отход характеризуется нейтральной реакцией среды (7,0 ед. рН) и высоким содержанием органического вещества (66,7 %). Содержание биогенных элементов в ОГП показано на рисунке 1.

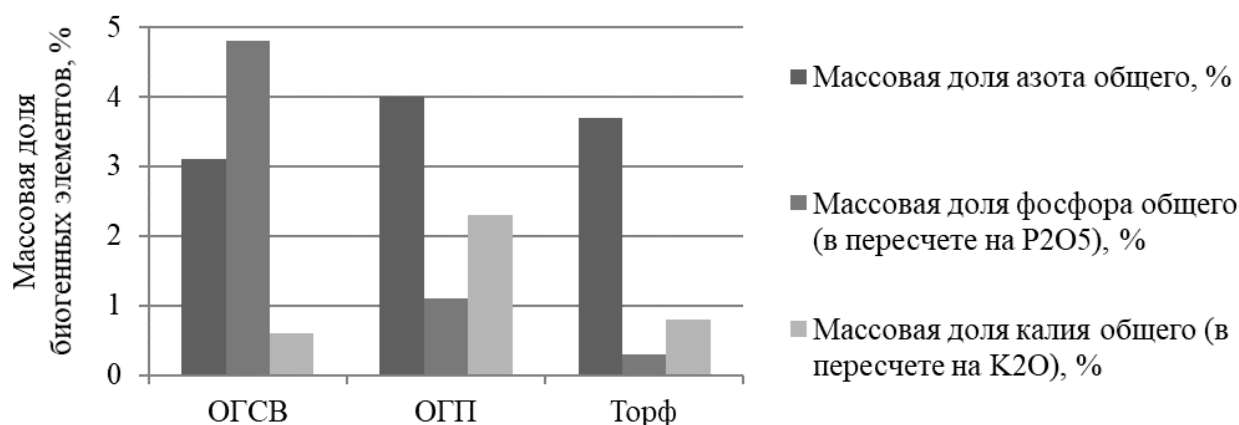


Рисунок 1 – Содержание биогенных элементов в торфе и отходах

Отход (осадок) городских сточных вод (ОГСВ). КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» функционирует с 2011 г. и не имеет аналогов в странах СНГ. На заводе применяются технологии механико-биологической переработки жидких (КПУП «Брестводоканал») и твердых коммунальных отходов: жидкофазное анаэробное сбраживание смеси сырого осадка в количестве около 500,0 м³/сут. (3,5 % сухого вещества) и избыточного активного ила объемом около 200,0 м³/сут. (5,5 % сухого вещества) в метантенках и механико-биологическая переработка ТКО с твердофазным сбраживанием пищевых отходов в ферментерах [11, 12]. Полученный в результате сбраживания и обезвоживания (влажность проанализированных проб составила, в среднем, 85,0 %) отход характеризовался темно-серым цветом с несильным запахом канализации, слабощелочной реакцией среды (7,2 ед. рН) и высоким содержанием органического вещества (65,7 %). Содержание биогенных элементов в ОГСВ показано на рисунке 1.

Торф. Одним из компонентов питательных субстратов является «торф для компостирования», отобранный на ОАО «Торфобрикетный завод «Гатча-Осовский». Он представляет собой субстанцию черного цвета с землистым запахом, влажностью 47,4 %, содержанием органического вещества 67,9 % и нейтральной реакцией среды (6,7 ед. рН). Содержание биогенных элементов в торфе показано на рисунке 1.

Таким образом, в качестве компонентов экспериментальных питательных субстратов для наполнения модулей фитостен на основе результатов физико-химических испытаний были выбраны «торф для компостирования» (ОАО «Торфобрикетный завод «Гатча-Осовский»), ОГП (СООО «Бонше») и ОГСВ г. Бреста (КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод»). Необходимо отметить, что выбранные отходы, ОГП и ОГСВ, перед отбором проб прошли предварительную обработку на предприятиях с целью обеззараживания (в первом случае – обработка горячим паром, во втором – анаэробное сбраживание в мезофильных условиях).

Массовые доли биогенных элементов (общих азота, фосфора (на P₂O₅) и калия (на K₂O) в отходах составляют, соответственно, 3,1–4,0 %, 1,1–4,8 % и 0,6–2,3 %, однако их соотношение несбалансировано: ОГП характеризуется низкой массовой долей общего фосфора (на P₂O₅) по сравнению с массовой долей общих азота и калия (на K₂O), ОГСВ – низкой массовой долей общего калия (на K₂O) по отношению к общему азоту и фосфору (на P₂O₅). Поэтому основным способом создания экспериментальных питательных субстратов в работе является компостирование – лучший прием среди аналогов, поскольку сочетает в себе сохранение полезных биологических свойств отходов, экологическую безопасность, увеличение органической массы и, за счет инертного

наполнителя (в нашем случае торфа), улучшения физических свойств компоста [13]. Литературные данные свидетельствуют о том, что компостирование органических отходов происходит в две стадии (таблица 1).

Таблица 1 – Стадии компостирования и процессы, происходящие на них

Параметр	Первая стадия	Вторая стадия
Длительность	Несколько суток – 5 недель	Несколько месяцев
Происходящие процессы	Разложение органического вещества и аминокислот, увеличение содержания аммония, повышение температуры компостируемой массы до 66–70 °С, увеличение биомассы микроорганизмов и аккумуляция аммония, повышение рН (переход процесса в щелочной интервал), гибель патогенных микроорганизмов	Созревание компоста, образование гумусоподобных веществ, снижение фитотоксичности, снижение активности микроорганизмов, сокращение потерь аммония и увеличение образования нитратов в компостируемой массе
Потери азота	Газообразные потери аммония в атмосферу от 5 % (при применении анаэробно сброженного ОГСВ) до 50 % (при высокотемпературном компостировании) [14]	Потери азота не превышают 7–16 % [13]

Чрезмерное повышение температуры приводит к потере органического вещества и азота (потери азота составляют 5–20 %) из компоста, что связано с денитрификацией и улетучиванием аммиака в атмосферу. Принудительная аэрация компоста увеличивает потери азота примерно на 20 %, что связано с повышением скорости минерализации органического вещества, дальнейшего увеличения температуры вследствие саморазогрева компостируемой массы и возрастания газообразных потерь азота [14]. Уменьшение потерь азота может быть достигнуто путем использования наполнителей (в нашем случае торфа), контролем и регулированием температуры разогрева, уменьшением аэрации в ходе компостирования. В летнее время срок созревания компоста составляет около двух месяцев, в осенне-весеннее – три-четыре месяца [13].

Летом 2021 г. на модельном объекте в соответствии с приведенной в начале статьи методикой были заложены три варианта компоста в лабораторных условиях: с преобладанием (по объему) торфа (далее в работе – компост 1), с преобладанием ОГП (компост 2) и с преобладанием ОГСВ (компост 3). Поскольку скорость компостирования зависит от гидротермических условий сезона и в связи с тем, что закладка компоста происходила в летний период, для сохранения оптимальной температуры разогрева в компосты вносили не более 40 % торфа. Полученные компосты с периодом созревания пять месяцев в течение летне-осенне-зимнего периода по структуре напоминают однородную мелкокомковатую рыхлую рассыпчатую почву с легким земляным запахом. Содержание органического вещества в проанализированных пробах является высоким и колеблется от 47,9 % (компост 3) до 59,5 % (компост 1); компосты характеризуются близкой к нейтральной реакции среды со значениями от 6,0 (компост 1) до 6,5 ед. рН (компост 2). Отмечено, что пробы характеризуются значительной массовой долей общих азота (3,7–4,5 %), фосфора (1,1–2,6 %) и калия (0,5–0,6 %), что показано на рисунке 2. Таким образом, полученные компосты содержат достаточное количество органического вещества, необходимое количество биогенных веществ и микроэлементов для питания и развития растений.

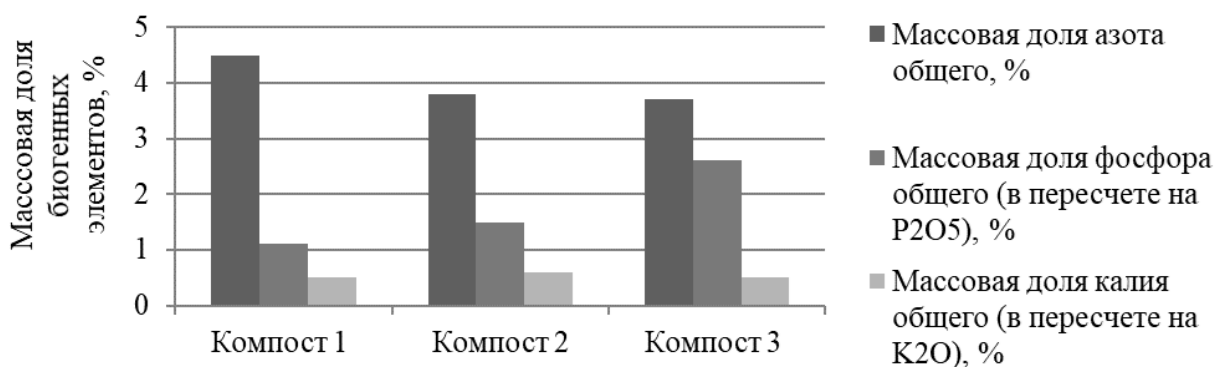


Рисунок 2 – Содержание биогенных элементов в компостах на основе торфа и отходов через пять месяцев компостирования

Для закладки опытов по влиянию экспериментальных питательных субстратов на рост и развитие комнатных растений в лабораторных условиях использовали три разновидности компоста, полученного на основе отходов, с периодом созревания в течение пяти месяцев (11.08.2021–21.01.2022 гг.): компост 1, компост 2 и компост 3 и два контрольных варианта. В качестве экспериментального растения выбран хлорофитум хохлатый, который, как было показано выше, является неприхотливым растением и, согласно литературным данным [7], успешно используется в вертикальном озеленении.

Для оценки влияния экспериментальных питательных субстратов на рост и развитие хлорофитума хохлатого определяли морфометрические параметры каждого растения: количество листьев, длину каждого листа и ширину каждой листовой пластинки в самой широкой ее части через 1,5 месяца (48 дней) и 3,5 месяца (110 дней) проведения исследований. Усредненные результаты показаны на рисунке 3.

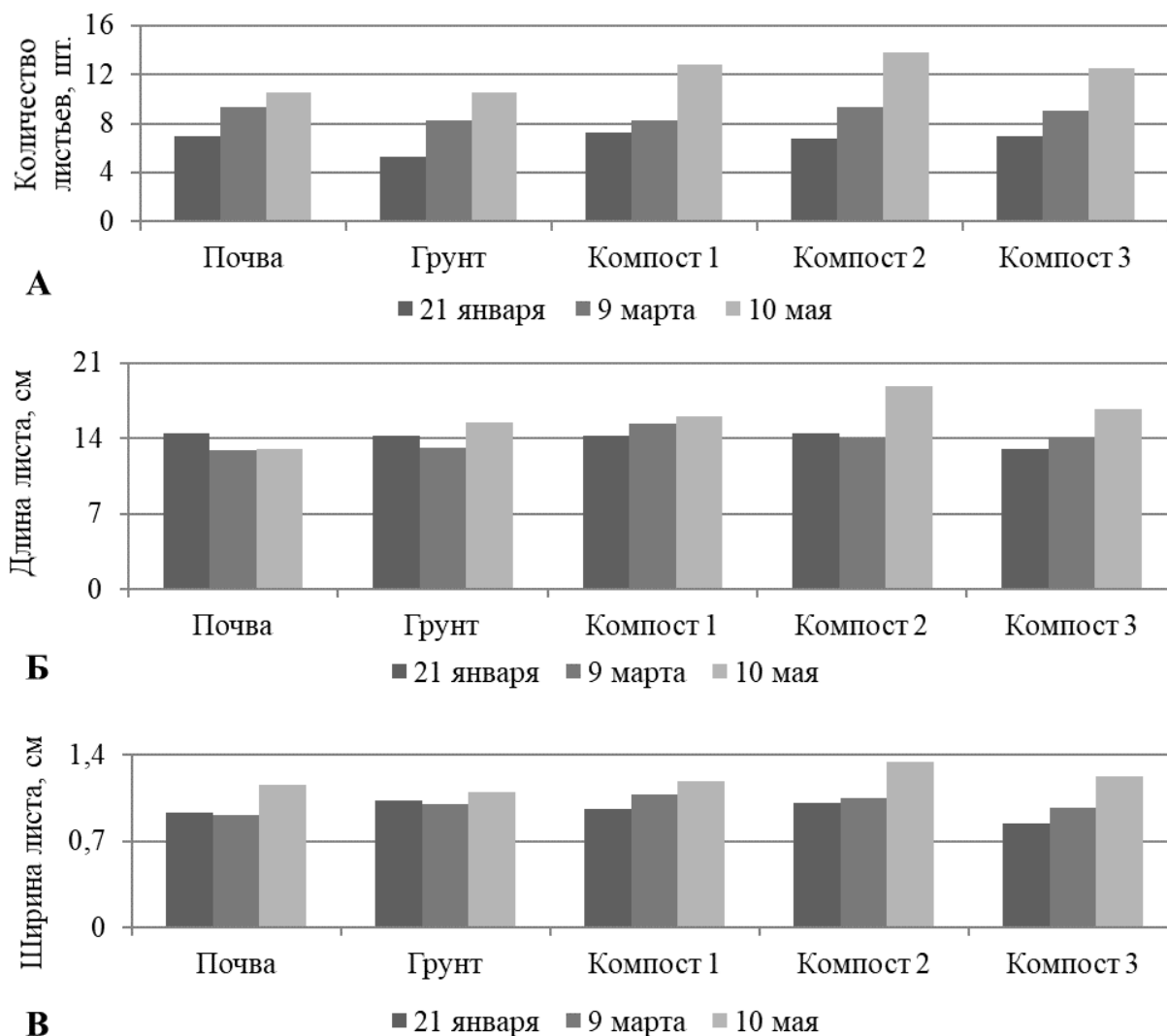


Рисунок 3 – Изменение морфометрических параметров хлорофитума хохлатого при проведении лабораторных опытов: А – количество листьев, шт.; Б – длина листа, см; В – ширина листовой пластинки, см

Анализ полученных результатов свидетельствует об увеличении количества листьев хлорофитума хохлатого через 48 дней проведения исследований на 12,0–36,1 % (см. рисунок 3 А). Средняя длина листьев увеличилась в двух вариантах: при применении компоста 1 на 7,1 % и компоста 3 – на 7,8 % (см. рисунок 3 Б). Уменьшение длины в остальных вариантах связана с формированием новых листьев и в этой связи уменьшением средней длины всех листьев растения (см. рисунок 3 А). Анализ полученных данных показал увеличение средней ширины листовой пластинки при применении всех вариантов компоста на 3,8–14,3 % несмотря на появление новых листьев (рисунок 3 В).

Через 110 дней количество листьев хлорофитума хохлатого увеличилось на 75–103 % по отношению к началу эксперимента; наибольшее увеличение отмечено при использовании компоста 2. Средняя длина листьев

увеличилась на 13–28 %; наибольшее увеличение отмечено при использовании компоста 2 (см. рисунок 3 Б). Увеличение длины составило 24–46 %; наибольшее увеличение отмечено при использовании компоста 3 (см. рисунок 3 А).

По отношению к контролю (почва) через 110 дней проведения исследований количество листьев увеличилось на 25–53 % (наибольшее увеличение – при использовании компоста 2), длина листа – на 23–40 % (наибольшее увеличение – при использовании компоста 2), ширина листа – на 8–21 % (наибольшее увеличение – при использовании компоста 3). При этом при использовании компоста 1 ширина листа уменьшилась на 1 %.

По отношению к контролю (грунт) через 110 дней проведения исследований количество листьев увеличилось на 5 % при использовании компоста 2. В остальных вариантах отмечено уменьшение количества листьев по отношению к контролю на 19–23 %. Длина листа увеличилась на 5–22 % (наибольшее увеличение – при использовании компоста 2), ширина листа – на 17–39 % (наибольшее увеличение – при использовании компоста 3).

Заключение

Применение полученных питательных субстратов на основе отходов и торфа оказало положительно влияние на изменение морфометрических параметров (длина и ширина листовой пластинки, количество листьев) хлорофитума хохлатого (*Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques) по отношению к контрольным вариантам при проведении опытов в лабораторных условиях. Разработанные составы питательных субстратов будут использованы в ходе дальнейшей реализации проекта для вертикального озеленения помещений. Их применение позволит улучшить приживаемость растений в условиях вертикального их размещения и снизить себестоимость фитостен за счет отсутствия необходимости периодической замены субстрата и пересадки растений.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ X21M-043 «Научное обоснование составов, способов производства и применения питательных субстратов и органических удобрений на основе местных отходов в вертикальном и горизонтальном озеленении городских территорий», № ГР 20213165.

Список использованных источников

1. Марцуль, В.Н. Нормативное правовое регулирование обращения с осадками очистных сооружений канализации / В.Н. Марцуль // Современные тенденции в развитии водоснабжения и водоотведения : материалы Международной конференции, посвященной 145-летию УП «Минскводоканал», Минск, 13–14 февраля 2019 г. : в 2 ч. – Минск, 2019. – Ч. 2. – С. 195–200.
2. Басалай, Е.Н. Геоэкологическая оценка пригодности осадков городских сточных вод для различных видов использования (на примере Брестской области) / Е.Н. Басалай // Природопользование. – 2021. – № 1. – С. 93–117.
3. Коновалова, С.В. Разработка состава и возможности применения альтернативных органических удобрений на основе грибных и растительных отходов / С.В. Коновалова, Е.Н. Басалай, Е.И. Манчак // Краеведение в учебно-воспитательном процессе школ и вузов: сб. материалов V Респ. (с междунар. участием) науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения М. Л. Голуб, Брест, 18 дек.2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: И.В. Абрамова [и др.]. – Брест, 2021. – С. 186–187.
4. Лицкевич, А.Н. Использование осадков сточных вод рыбоперерабатывающего предприятия СП «Санта Бремор» ООО в качестве удобрения / А.Н. Лицкевич, Е.Н. Басалай // Природопользование. – 2018. – № 1. – С. 238–245.
5. Гессе, Д.Д. Современные агротехнологии выращивания декоративных растений в вертикальных конструкциях / Д.Д. Гессе, Ю.А. Кукуджанов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2016. – № 1. – С. 52–62.
6. Шутова, А. Вертикальное озеленение – инновационное будущее экологической биотехнологии / А. Шутова, С. Шиш, Н. Гетко // Наука и инновации. – 2021. – № 5 (219). – С. 69–74.
7. Шутова, А.Г. Морфологические и биохимические параметры растений в вертикальном озеленении / А.Г. Шутова [и др.] // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2021. – № 4 (98). – С. 78–86.
8. Simonich, S.L. Organic pollutant accumulation in vegetation / S.L. Simonich, R.A. Hites // Environmental Science & Technology. – 1995. – V. 29. – P. 2905–2914.
9. Ugrekhelidze, D. Uptake and Transformation of benzene and toluene by plant leaves/ D. Ugrekhelidze, F. Korte, G. Kvesitadze // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 1997. – V. 37. – P. 24–29.
10. Vertical Greening Systems and Sustainable Cities / L. Perez-Urrestarazu [et. al.] // Journal of Urban Technology. – 2015. – V. 22. – № 4. – P. 65–85.
11. Басалай, Е.Н. Анаэробное сбраживание как перспективный способ обработки осадков городских сточных вод в Беларуси / Е.Н. Басалай // XXIII республиканская науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 14 мая 2021 г. : сб. материалов : в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. Е. Будько. – Брест, 2021. – Ч. 1. – С. 3–5.
12. Басалай, Е.Н. Производство биогаза на основе осадков городских сточных вод в Брестской области (Республика Беларусь) / Е.Н. Басалай // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения : сб. науч. тр. / КубГАУ ; ред.: И.С. Белюченко [и др.]. – Краснодар, 2021. – С. 186–190.

-
13. Пахненко, Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения : учебное пособие / Е.П. Пахненко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 311 с.
14. Witter, E. The potential role of sewage sludge and composting in a nitrogen recycling strategy for agriculture / E. Witter, J.M. Lopper-Real // Biological Agriculture and Horticulture. – Vol. 5. – 1987. – P. 1–23.

THE USE OF NEW NUTRIENT SUBSTRATES BASED ON WASTE FOR CULTIVATION OF INDOOR PLANTS K.M. BASALAI

The work develops and substantiates the compositions and methods of production of new nutrient substrates based on local waste, their influence on the growth and development of *Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques) is considered. The use of experimental nutrient substrates had a positive effect on the change in morphometric parameters (length and width of the leaf blade, number of leaves) of the crested *Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques) in relation to both control variants in laboratory conditions. The use of obtained nutrient substrates will improve the survival of plants in conditions of vertical placement and reduce the cost of phytosten due to the absence of the need for periodic replacement of substrate and plant transplantation.

УДК 631.812.1

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МИРОВЫХ ПРАКТИК ПОДГОТОВКИ ОСАДКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

И.И. Вага, А.И. Чухольский, А.А. Кравченко, М.Ю. Семашко

Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Проблема накопления осадков сточных вод остро стоит как в мире, так и в Республике Беларусь. В статье представлен анализ методов подготовки осадков сточных вод в зависимости от типа осадков и вида технологических процессов, применяемых на предприятии. Выявлено что эффективная подготовка осадков сточных вод позволяет снизить их объёмы, токсичность, отрицательное воздействие на окружающую среду, а также даёт возможность их безопасного использования.

Ключевые слова: осадки производственных сточных вод, методы подготовки осадков сточных вод, технологический процесс

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов приобретают в современных условиях все большее значение. Предотвращение накопления осадков сточных вод (ОСВ) как коммунальных, так и производственных, является одним из основных направлений реализации политики экологизации. Во время процесса очистки сточных вод (СВ) в зависимости от стадии данного процесса, образуются различные по химическому составу и физическим свойствам ОСВ, которые преимущественно уходят на захоронение.

ОСВ очистных сооружений принадлежат к числу крупнотоннажных отходов. В настоящее время в стране накопилось более 9,5 млн т ОСВ, которые складываются на иловых площадках, площадь которых превышает 2 000 га, что в 3 раза превышает площадь полигонов для хранения твёрдых коммунальных отходов (ТКО) [1].

Накапливаясь в больших объёмах на иловых картах, занимая территории очистных сооружений, осадки формируют крупные очаги загрязнения прилегающих территорий. Они являются стабильными источниками органических, минеральных и биологических загрязнений всех компонентов биосферы, включая поверхностные и подземные воды.

Выбор эффективной схемы подготовки ОСВ позволяет существенно снизить степень токсичности данных отходов и расширить возможности для их дальнейшего использования.

В настоящее время в Республике Беларусь существуют два пути подготовки (обработки) производственных ОСВ: обработка на локальных очистных сооружениях промышленных предприятий, которая применяется на крупных предприятиях с высоким классом опасности СВ и обработка ОСВ на городских очистных сооружениях, где они образуются при совместной очистке бытовых и производственных СВ.

Необходимо отметить, что состав ОСВ находится в непосредственной зависимости от состава СВ, поступающих на очистные сооружения, а также от специфики технологических процессов, применяемых на предприятии.

В зависимости от технологической схемы очистки СВ, можно выделить несколько типов осадков:

- осадок (отбросы) с решеток;
- осадок (песок) из песколовков;
- осадок первичных отстойников;
- активный ил вторичных отстойников после биологической очистки в аэротенках;
- биологическая пленка вторичных отстойников после биофильтров;
- осадок первичных отстойников с коагулянтами или флокулянтами;
- активный ил с коагулянтами или флокулянтами;
- смеси осадков и илов.

В последнее десятилетие в нашей стране нашли широкое применение технологические схемы подготовки ОСВ, включающие, как правило, стадии предварительного уплотнения, стабилизации, кондиционирования, обезвоживания, а также термической обработки и дезинфекции (рисунок 1).



Рисунок 1 – Классификация методов подготовки ОСВ

Уплотнение ОСВ является первичной стадией их обработки и предназначено для уменьшения их объемов. Наиболее распространены гравитационный и флотационный методы уплотнения. Гравитационное уплотнение осуществляется в отстойниках-уплотнителях (резервуары круглой формы с диаметром 8–20 м); флотационное – в установках напорной флотации (представляют собой резервуары круглой или прямоугольной формы). На гравитационных илоуплотнителях снижение влажности избыточного ила и ОСВ производится путем использования процесса осаждения при относительно незначительных затратах энергии. При флотационном сгущении активного ила, как правило, применяется метод напорной флотации при непосредственном насыщении воздухом активного ила или с насыщением рециркулирующей части расхода осветленной воды после вторичных отстойников. Флотационный метод илоуплотнения обладает двумя важными преимуществами:

- 1) позволяет применять компактные сооружения с небольшой поверхностью и малым объемом;
- 2) обеспечивает эффективное уплотнение осадков с коллоидной структурой, что очень важно для всей системы обработки осадка.

К недостаткам метода относятся более высокие по сравнению с гравитационным уплотнением эксплуатационные затраты и невозможность накопления большого количества ила в уплотнителе.

Практический опыт показал, что уплотнение сырого осадка, а также сырых и стабилизированных смесей осадков, наиболее эффективно происходит в гравитационных уплотнителях. Флотационное уплотнение рекомендуется для флокулообразующей структуры активного ила, причем концентрация по сухому веществу перед подачей на флотацию не должна превышать 6–8 г/л [2].

Применяется также центробежное уплотнение осадков в гидроциклонах, центрифугах и сепараторах. Перспективно вибрационное уплотнение путем фильтрования ОСВ через фильтрующие перегородки или с помощью погруженных в осадок вибрационных устройств.

Стабилизация ОСВ используется для разрушения биологически разлагаемой части органического вещества, что предотвращает загнивание осадков при длительном хранении на открытом воздухе (сушка на иловых площадках). Стабилизация или минерализация органического вещества осадка может осуществляться в анаэробных условиях (метановое брожение) и в аэробной среде. Для стабилизации осадков промышленных сточных вод применяют, в основном, аэробную стабилизацию – длительное аэрирование осадков в сооружениях типа аэротенков, в результате чего происходит распад основной части биологически разлагаемых веществ, подверженных гниению.

Кондиционирование ОСВ проводят в подготовительную стадию перед обезвоживанием для разрушения коллоидной структуры осадка органического происхождения и увеличения их водоотдачи. Применяют в основном реагентный метод кондиционирования.

Обезвоживание до недавнего времени осуществлялось, в основном, сушкой ОСВ на иловых площадках. Однако низкая эффективность такого процесса, дефицит земельных участков в промышленных районах и загрязнение воздушной среды обусловили разработку и применение механического обезвоживания: вакуум-фильтрование, центрифугирование, фильтрпрессование, термическая сушка. При проектировании цеха механического обезвоживания иловые площадки предусматриваются как аварийные.

Термическая обработка ОСВ применяется как для обеззараживания, так и для снижения объема ОСВ, предварительно обезвоженных на механических устройствах. Осадок после термической сушки представляет собой незагнивающий, свободный от гельминтов и патогенных микроорганизмов, внешне сухой (влажностью 10-50%) сыпучий материал [3]. Термическая обработка ОСВ может производиться несколькими способами, которые включают конвективные, кондуктивные, радиально-конвективные и сублимационные процессы. Самым распространенным считается конвективный метод термосушки осадка, когда тепло передается осадку при осуществлении контакта с сушильным агентом [3].

Дезинфекция (обеззараживание) ОСВ производится для уничтожения патогенной микрофлоры и яиц гельминтов. Может осуществляться рядом способов, таких как радиационное облучение, термообработка, внесение реагентов. Радиационное облучение ОСВ ускоренными электронами и гамма-лучами способно полностью уничтожить патогенные кишечные бактерии и яйца гельминтов, однако способ отличается повышенными экономическими затратами. В настоящее время для осуществления процесса обеззараживания ОСВ широкое применение получили термообработка (обеззараживание ОСВ посредством повышения температуры) и внесение дезинфицирующих реагентов.

Выбор рациональной технологической схемы обработки ОСВ является сложной инженерно-экономической и экологической задачей, но в любом случае технологическая схема строится на комбинации различных методов обработки ОСВ, так как технологические схемы обработки осадков зависят от многих факторов: свойств осадков, их количества, климатических условий, наличия земельных площадей и пр.

Необходимо отметить, что в настоящее время в России и ряде стран Западной Европы, а также США, широко применяется биометрическая обработка ОСВ методом компостирования. Посредством компостирования ОСВ достигается их обезвоживание, обеззараживание и стабилизация.

Компостирование позволяет существенно сократить расходы на данные процессы и улучшить санитарно-гигиенические показатели ОСВ (вследствие гибели болезнетворных микроорганизмов, яиц гельминтов и личинок мух).

В процессе жизнедеятельности аэробных микроорганизмов происходит потребление и расход органических веществ, поэтому биотермический процесс наиболее эффективен при компостировании сырых несброженных осадков. Для осуществления процессов ферментации ОСВ оптимальное содержание влаги должно быть не более 60%. Для этого возникает необходимость внесения в ОСВ влагопоглощающих органических материалов (опилки, щепа, торф, солома). Возможно применение процесса биотермической обработки в сочетании с анаэробным сбраживанием осадков в мезофильных условиях. К числу преимуществ компостирования ОСВ относятся и довольно низкие эксплуатационные затраты. Существенным недостатком является большая длительность процесса компостирования (от 3-х месяцев – при внесении дополнительных реагентов – до 12 месяцев) и необходимость в площадях, отводимых под площадки для компостирования.

Для проведения анализа методов подготовки ОСВ, применяемых в отечественной и мировой практике, можно выделить принципиальные возможности некоторых наиболее распространенных технологических решений, которые следует рассматривать как отдельные процессы в общих схемах подготовки и дальнейшей переработки ОСВ (таблица 1).

Таблица 1 – Методы обработки ОСВ и их результаты

Метод	Результаты обработки		
	обезвоживание	стабилизация	обеззараживание
Гравитационное уплотнение	+	–	–
Флотация	+	–	–
Анаэробное сбраживание:			
- мезофильное	–	+	–
- термофильное	–	+	+
Анаэробная стабилизация	–	+	–
Сушка на иловых площадках	+	–	–
Компостирование	+	+	+
Вакуум-фильтрация	+	–	–
Центрифугирование	+	–	–
Сепарирование	+	–	–
Фильтр-прессование	+	–	–
Тепловая обработка	–	+	+
Термическая сушка	+	+	+

Как видно из таблицы 1, наибольшую эффективность в ряду рассматриваемых методов обработки ОСВ имеют термическая сушка ОСВ и компостирование осадков. При этом следует отметить, что термическая сушка ОСВ требует значительных затрат энергии на поддержание процессов обезвоживания, обеззараживания и стабилизации ОСВ [4–5]. Вместе с тем метод компостирования ОСВ, включая и контекст их подготовки, является в значительной степени менее энергозатратным и более экологичным.

При всех преимуществах метод компостирования ОСВ в настоящее время в Республике Беларусь не нашёл широкого применения. В первую очередь, это обусловлено высокой степенью токсичности ОСВ и отсутствием в отечественной практике нормативных актов и иных регулирующих документов, устанавливающих предельно допустимые концентрации тяжёлых металлов и других высокотоксичных веществ. Это указывает на актуальность научных исследований в области нормирования данных показателей.

Необходимо также отметить, что применение отдельных методов подготовки ОСВ может является неэффективным для достижения поставленных целей, поэтому в настоящее время как в мире, так и в Республике Беларусь нашли широкое применение технологические схемы подготовки ОСВ, сочетающие различные комбинации отдельных методов и технологий обработки ОСВ.

Список использованных источников

1. Обработка, обезвреживание, использование осадков очистных сооружений канализации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://uzmzscge.by/_files/news/infogitr/22042011.pdf – Дата доступа: 17.06.2022.
2. Луканин, А.В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 "Техносферная безопасность", 05.03.06 "Экология и природопользование", 19.03.01 "Биотехнология" (квалификация (степень) "бакалавр") / А.В. Луканин. – Москва: Инфра-М, 2017. – 603 с.
3. VIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Россия молодая» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2016/RM16/pages/Articles/SI/28/4.pdf> – Дата доступа: 17.06.2022.
4. О технологии переработки осадков сточных вод Putt-Art [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aqua-therm.ru/articles/articles_119.html – Дата доступа: 08.06.2022.
5. Термическая сушка и сжигание осадков сточных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lektsii.org/18-76866.html> – Дата доступа: 18.06.2022.

ANALYSIS OF DOMESTIC TECHNOLOGIES AND LEADING WORLD PRACTICES FOR MANAGEMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER SLUDGE

I.I. VAGA, A.I. CHUHOLSKY, A.A. KRAVCHENKO, M.YU. SEMASHKO

The problem of accumulation of sewage sludge is acute both in the world and in the Republic of Belarus. The article presents an analysis of the methods for preparing sewage sludge, depending on the type of sludge and the type of technological processes used at the enterprise. It was revealed that the effective preparation of sewage sludge allows to reduce their volume, toxicity, negative impact on the environment, and also provides an opportunity for their safe use.

УДК 574:599+598

СТАЦИИ И МЕСТООБИТАНИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПТИЦ НА ГОРОДСКИХ ЗЕМЛЯХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ

В.В. Демянчик, В.Т. Демянчик

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье рассматривается авторская классификация станций млекопитающих, птиц и других тетрапод в условиях городских земель. Классификация апробирована в г. Бресте (Беларусь). Приводится часть классификации станций, основу которых составляют лиственные породы деревьев. Изложены 7 принципов, выделены 6 типов и 153 вида станций тетрапод.

Ключевые слова: станция. Местообитание. Городские земли. Млекопитающие *Mammalia*, Птицы *Aves*, Тетраподы *Tetrapoda*, Брестская область

Введение

Стации и местообитания тетрапод обычно базируются на фитоценотической основе (сообществ, биотопов, типов леса и т.п.). Однако на городских землях значительную часть жизненного пространства тетрапод составляют разнообразные технические объекты (здания и сооружения). Кроме того, для некоторых мигрирующих видов животных (летучие мыши *Vespertilionidae*, птицы *Aves*) жизненное пространство определяется исключительно воздушными коридорами. Поэтому представляется актуальным внесение уточнений в современную экологическую классификацию станций тетрапод.

Цель работы – обсуждение актуальной терминологии и разработанной классификации станций тетрапод, адаптированной к условиям городских земель и других селитебных территорий юго-запада Беларуси.

Материал и методы

Исследования по распределению тетрапод проведены в 2010–2022 гг. в гг. Брест, Пинск, Ивацевичи и 20 других населённых пунктах Брестской области. Фрагментарные данные получены и по другими сопредельным регионам Беларуси, Польши, Украины.

Результаты и обсуждение

Современные термины и определения по оценке жизненного пространства характеризуются значительным многообразием. В наших исследованиях используются широко известные термины. Некоторые топологические термины имеют и «широкий» и «узкий» смысл. Поэтому считаем необходимым кратко охарактеризовать некоторые из них, имеющие принципиальное значение.

Понятия «станция», «биотоп», «местообитание вида» нередко объясняют в качестве синонимов [1, 2]. Фактически во втором и третьем случаях это – транскрипированный вариант одного и того же греческого слова (*bios* – жизнь, *topos* – место).

В нормативных документах появился термин «место обитания» [3].

В орнитофаунистических работах в буквальном смысле термин «местообитание» не всегда может быть применим. В классическом экологическом понимании – это совокупность условий абиотической и биотической сред, обеспечивающая весь цикл развития особей, популяции или вида в целом [2]. Похожие формулировки встречаются и в орнитологических публикациях. «Местообитание» – место жизни организмов или популяции вида, включает все абиотические и биотические компоненты [4]. В таком понимании местообитание белого аиста *Ciconia ciconia* после вылупления в Бресте и перезимовки в африканском Сахеле будет охватывать четверть земного шара. Для турухтана *Philomachus pugnax* транзитом пролетевшего через Брест на Чукотку, «местообитание» приобретает глобальный характер! Аналогичное несоответствие очевидно для рыжей вечерницы *Nyctalus noctula* и многих других видов тетрапод.

Более конкретным выглядит термин *стация*, происходит от слов (*statio* – неподвижное, или *statim* – постоянно). На наш взгляд, в качестве базового термина, обозначающего неизменную основу жизненного пространства птиц, лучше использовать термин «станция». Стация – понятие в полной мере дискретное, топографическое и статичное, легко структурируется в иерархической классификации, например: лес, ствол, дупло. А термин «местообитание» (как место конкретной функции) вполне ориентирует на конкретные жизненные функции: местообитание кормовое, репродуктивное, ремизное, место размещения порхающих, устройства гнезд, ночевки и т.п. Термин «местообитание» – континуиальное и в отличие от «станции» больше функциональное, а не структурное.

Понятие «станция» достаточно широкое и не замыкается только на фаунистической компоненте. Например, отверстие в панельной пятиэтажке, где загнездилась лазоревка *Parus caeruleus*, или устроили колонию кожаны *Eptesicus serotinus*, является постоянным «местообитанием» или «биотопом» людей и домашних животных, но никак не диких птиц. Но в случае появления кожана или лазоревки здесь имеет место временное использование дикими животными данного вида технических станций в качестве выводкового или гнездового местообитания. А пятиэтажка как станция, остается постоянной, независимо, кто там проживает или обитает.

Квалифицировать жилой пятиэтажный дом местообитанием лазоревки обыкновенной не совсем корректно ни с нормативно-правовых и научных представлений, ни с точки зрения здравого смысла.

Следуя исходной (латинской и греческой) этимологии слов, а также исходя из целесообразности смыслового разграничения общепринятых и часто используемых терминов и с учетом современной нормативно-правовой терминологии, мы придерживаемся следующих определений.

Стация – постоянная пространственно-ограниченная ландшафтно-территориальная (в том числе аквальная, техническая, аэровоздушная) структура, которую используют или могут использовать животные. Примеры стаций: древесные, луговые, минеральные.

Местообитание – временно или периодически используемое место реализации животными конкретных жизненных функций. Примеры местообитаний: гнездовые, выводковые, ночевальные. Общий пример: купальные местообитания более 90 % особей домового воробья *Passer domesticus* в центре г. Бреста сосредоточены в технических и минеральных стациях.

Биотоп – природный объект (участок территории или акватории) с однородными экологическими условиями, являющийся местом обитания сообщества тех или иных видов диких животных и произрастания дикорастущих растений [3, 5]. «Биотоп», как синоним термина «местообитание», в последние десятилетия закрепился в международном экологическом праве и национальных нормативно-правовых документах для обозначения сообществ различных видов [3, 4].

Экотоп – территориальный (аквальный, технический, аэровоздушный) объект размещения биотопа, стации, местообитания.

Как и другие авторы, первичной основой, местоположения стаций мы считаем, что экотоп – первичный комплекс абиотических факторов [2, 6].

Таким образом, иерархический топологический ряд жизненного пространства млекопитающих, птиц и других тетрапод представляется в следующей последовательности: экотоп – биотоп (экосистема) – стация – местообитание. Отметим, что в наших более ранних публикациях классификация биотопов (экосистем) рассматривается более подробно, основные принципы ранжирования которой использованы и при классификации стаций тетрапод г. Бреста [7].

Термины по классификации ландшафтов, лесной, луговой, садово-парковой растительности использованы из вышеупомянутых и других литературных источников.

В современной черте г. Бреста сформировалось достаточно разнообразное сочетание естественных и техногенных стаций, активно используемых млекопитающими и птицами в качестве местообитаний. В ходе териологических, орнитологических и специальных (ландшафтно-биологических) обследований городских земель разработана и была апробирована оригинальная типология стаций млекопитающих и птиц, применимая и для других позвоночных животных.

В основу типологии положен ландшафтно-фаунистический подход, который традиционно используется в отечественных исследованиях [7–11]. Воспользоваться в полной мере современными геоинформационными системами оказалось затруднительным по ряду причин. В частности, в категорию «древесно-кустарниковая растительность» из ГИС-портала автоматически попадали большинство выделенных нами 77 видов стаций древесного типа. В то же время материалы ГИС-портала достаточно точно отражают количество, топографию, размерность водных и многих технических стаций. В процессе исследований в качестве методологической основы при классификации стаций руководствовались следующими принципами

Принципы выделения стаций (местообитаний) млекопитающих, птиц и других наземных позвоночных на землях населенных пунктов.

1. Регулярная локализация гнезд, выводков, особей двух и более видов млекопитающих, птиц или других тетрапод на территории, объекте.

2. Регулярная локализация перелетов, кормежек, водопоев, ночевок, купален, экстренных укрытий от хищников и перепадов погоды особей двух и более видов млекопитающих, птиц или других тетрапод на территории, объекте.

3. Природно-эдафическое или эколого-техническое своеобразие субстратов и микроклимата на территории, объекте.

4. Физиономическое (пространственное) своеобразие субстратов и микроклимата на территории, объекте.

5. Экологическая значимость принципов № 1–4 территории, объекта и для других животных, кроме млекопитающих и птиц.

6. Методическая доступность и рациональные затраты времени на выделение, описание и оперативную идентификацию стации.

а) Отражение (по возможности) в системе ГИС, строительной-технической документации, топографических планах и картах, аэрофотоснимках;

б) Узнаваемость (по возможности) на космоснимках;

в) Возможность фоторегистрации, оперативного выделения на местности и топографической привязки к GPS-позиционированию;

г) Необязательность использования специализированных методик (по определению типов, ассоциаций, продромусов растительности, ландшафтных фаций, технической номенклатуры и т.п.).

7. Возможность использования литературных и архивных данных геоботанической, ландшафтно-географической, землеустроительной тематики.

При выделении биотопов использована методическая основа и терминология преимущественно из белорусских литературных источников [3, 5, 7–11 и др.]. Выделение станций проведено по состоянию на 2010–2021 гг. Площади отдельных станций приводятся по состоянию на 2020–2021 гг.

Всего в современной черте г. Бреста и на землях других населенных пунктов юго-запада Беларуси выделено 6 типов станций (древесные, луговые, земляные, водные, технические, воздушные), которые включают 153 вида станций.

В стациальном многообразии г. Бреста половину (77 видов) составляют виды *древесного* типа станций. Кратко охарактеризуем этот тип (таблица). В таблице предоставлен только начальный фрагмент классификации станций.

В отдельные виды не выделялись станции на эдификаторной основе редких для города представителей дендрофлоры (павловния *Paulownia sp.*, рододендроны *Rhododendron sp.*, софора *Sophora sp.*, багрянник *Cercidiphyllum sp.*, лириодендрон *Liriodendron sp.*, платан *Platanus sp.*, падуб *Ilex sp.*, магнолия *Magnolia sp.*, дейция *Deutzia sp.* и другие).

В некоторых случаях в отдельные станции выделены и сравнительно редкие для современного г. Бреста дендропороды. В частности, «№ 25 Шелковичники» – исключительно привлекательные для птиц в качестве кормовых местообитаний и где на конкретных объектах одновременно регистрировались десятки особей до 20 видов птиц. По причине отсутствия средообразующей значимости для тетрапод или отсутствия крупных монодоминантных насаждений специально не выделялись станции и на основе распространенных видов дендрофлоры (дерены *Chamaepericlymenum sp.*, караганы *Caragana sp.*, кизильники *Cotoneaster sp.*, сумахи *Rhus sp.*, форзиция *Forsythia sp.*, тамариксы *Tamarix sp.*, жимолости *Lonicera sp.*, калины *Viburnum opulus*, магония *Mahonia sp.*, большинство видов помологической дендрофлоры).

Отдельно не выделялись и станции на основе представителей кустарниковой дендрофлоры произрастающих в городе, как правило, в составе сложных многовидовых композиций (чубушники *Philadelphus sp.*, пузыреплодники *Physocarpus sp.*, камписис *Campsis sp.*, снежнаягодник *Symphoricarpos sp.*, рябинник рябинолистный *Sorbaria sorbifolia*, спиреи *Spiraea sp.*, гортензии *Hydrangea sp.*). Такие места на основе перечисленных видов дендрофлоры вошли в состав «сборных» видов станций: сады, скверы, аллеи, изгороди, бордюры и т.п.

Таблица – Древесные станции птиц и других позвоночных животных в г. Бресте в 1985–2021 гг. (фрагмент)

№ п/п	Типы, виды, подвиды	Краткая характеристика (примерная площадь на современных городских землях)
	Древесные (дендротропные). Лесные, парковые, садовые, древесные, древесно-кустарниковые, кустарниковые. Массивы, рожи (до 0,5 га), группы, аллеи, перголы, бордюры, живые изгороди, куртины, полосы, древостои, солитеры	
1	Дубравы плакорные	Суходольная растительность с доминированием в 1-м ярусе дуба черешчатого <i>Qeурquс robur</i> ± дуба северного <i>Q. rubra</i>
2	Дубравы влажные и заболоченные	Сезонно подтопляемая растительность с доминированием в 1-м ярусе дуба черешчатого <i>Q. robur</i> на пойменных и заболоченных землях
3	Грабняки	Суходольная растительность с доминированием в 1–2-м ярусах граба обыкновенного <i>Carpinus betulus</i>
4	Ильмовники	Суходольная растительность с доминированием в 1-м ярусе ильма горного <i>Ulmus scabra</i> ± вяза гладкого <i>U. glabra</i> , береста <i>U. suberosa</i>
5	Акациевики	Суходольная растительность с доминированием в 1-м ярусе робинии псевдоакации <i>Robinia pseudoacacia</i>
6	Акациевики смешанные	Суходольная растительность с доминированием в 1-м ярусе робинии псевдоакации <i>Robinia pseudoacacia</i> и клена ясенелистного <i>Acer negundo</i> и других пород
7	Кленовники остролистные	Суходольная растительность с доминированием в 1-м ярусе клена остролистного <i>A. platanooides</i> ± клена серебристого <i>A. saccharinum</i> ± явора <i>A. pseudoplatanooides</i> и других видов кленов
8	Кленовники ясенелистные	Растительность с доминированием в 1-м ярусе клена ясенелистного <i>A. negundo</i>

9	Ясенники плакорные	Растительность с доминированием в 1-м ярусе ясеня обыкновенного <i>Fraxinus excelsior</i> ± ясеня пенсильванского <i>F. pennsylvanica</i> , ясеня американского <i>F. americana</i> и других видов ясеней
10	Ясенники пойменные	Сезонно подтопляемая растительность с доминированием в 1-м ярусе ясеня обыкновенного <i>F. excelsior</i>
11	Ясенники смешанные	Суходольная растительность с доминированием в 1-м ярусе ясеня обыкновенного <i>F. excelsior</i> ± ясеня пенсильванского <i>F. pennsylvanica</i> , ясеня американского <i>F. americana</i> , липы сердцелистной <i>Tilia cordata</i> и других пород
12	Липняки	Суходольная растительность с доминированием в 1-м ярусе липы сердцелистной <i>T. cordata</i> ± липы европейской <i>T. europaea</i>
13	Чернольшаники болотные	Заболоченная и мелиорированная непоймаемая растительность с доминированием в 1-м ярусе ольхи черной <i>Alnus glutinosa</i>
14	Чернольшаники пойменные	Сезонно подтопляемая растительность в проточных местах с доминированием в 1-м ярусе ольхи черной <i>A. glutinosa</i>
15	Ветляники болотные	Заболоченная растительность с доминированием ивы ломкой <i>Salix fragilis</i> и участием ивы белой <i>S. alba</i>
16	Ветляники пойменные	Сезонно подтопляемая растительность с доминированием ивы ломкой <i>S. fragilis</i> и участием ивы белой <i>S. alba</i>
17	Ветляники плакорные	Суходольная растительность с доминированием ивы ломкой <i>S. fragilis</i> , ивы остролистной <i>S. acutifolia</i> ± ивы вавилонской <i>S. babylonica</i>
18	Чернотопольники плакорные	Суходольная растительность с доминированием в 1-м ярусе тополя черного <i>Populus nigra</i> ± тополя белого <i>P. alba</i> ± тополя пирамидального <i>P. italica</i>
19	Чернотопольники террасные	Суходольная и сезонно подтопляемая растительность на террасных и пойменных возвышениях с доминированием в 1-м ярусе тополя черного <i>P. nigra</i> ± тополя белого <i>P. alba</i> , тополя сереющего <i>P. canescens</i>
20	Топольники	Суходольная растительность с доминированием тополя канадского <i>P.</i> ± тополя бальзамического <i>P. balsamifera</i> ± тополя лавролистного <i>P. laurifolia</i> ± тополя <i>Populus sp.</i>
21	Осинники	Растительность с доминированием в 1-м ярусе осины обыкновенной <i>P. tremula</i>
22	Березняки	Суходольная растительность с доминированием в 1-м ярусе березы повислой <i>Betula pendula</i> , березы бумажной <i>B. papyrifera</i> , березы пушистой <i>B. pubescens</i> , других видов березы <i>Betula sp.</i>
23	Березняки смешанные	Растительность (суходольная и болотная) с доминированием и содоминированием мелколиственных пород (березы <i>Betula sp.</i> , ивы <i>Salix sp.</i> , осины обыкновенной <i>P. tremula</i> , ольхи черной <i>A. glutinosa</i> , тополи <i>Populus sp.</i> и других)
24	Судубравы	Суходольная растительность сложного состава с содоминированием дуба <i>Quercus sp.</i> , вяза <i>Ulmus sp.</i> , клена <i>Acer sp.</i> , липы <i>Tilia sp.</i> , и других видов широколиственных пород
25	Шелковичники*	Растительность с доминированием в 1-м ярусе шелковицы белой <i>Morus alba</i> , шелковицы черной <i>M. nigra</i>
26	Каштанники	Растительность с доминированием в 1-м ярусе конского каштана обыкновенного <i>Aesculus hippocastanum</i>
27	Ореховники	Растительность с доминированием ореха грецкого <i>Juglans regia</i> , ореха маньчжурского <i>J. mandshurica</i> , лещины обыкновенной <i>Corylus avellana</i> , фундука
28	Алычевники	Растительность с доминированием в 1-м ярусе сливы вишненоносной (сливы растопыренной, алычи) <i>Prunus cerasifera</i>

29	Грушевники*	Растительность кустарниковых форм и отдельных деревьев груши обыкновенной <i>Pyrus communis</i> , груши лохолистной <i>P. elaeagnifolia</i> , в том числе семенного и вегетативного возобновления
30	Вишневники*	Растительность с доминированием вишни обыкновенной <i>Cerasus vulgaris</i> ± вишни птичьей <i>C. avium</i> , вишни короткощетиной <i>C. subhirtella</i> , вишенки войлочной <i>C. tomentosa</i> , церападуса <i>Cerapadus sp.</i> , терна <i>Prunus spinosa</i>
31	Черемушники	Растительность с доминированием черемухи обыкновенной <i>Padus avium</i> ± черемухи поздней <i>P. serotina</i> , черемухи Маака <i>P. maackii</i> , других видов черемухи <i>Padus sp.</i>
32	Рябинники	Растительность с доминированием рябины обыкновенной <i>Sorbus aucuparia</i> ± рябины промежуточной (рябины шведской) <i>S. intermedia</i> , рябины круглолистной (рябины арии) <i>S. aria</i> и др.

Примечание: * – авторские или несколько конкретизированные существующие термины. Знак «±» обозначает: «и», «или» доминирование, участие либо полное отсутствие одного из видов растений.

В таблице показаны разные виды (дубравы, грабняки, ясенники и др.) и подвиды древесных станций (палкорные, болотные, пойменные и др.) на основе средообразующих пород деревьев юго-запада Беларуси. Отметим, что и в других современных работах наблюдается совершенствование биотопических классификаций. Например, стали выделять пойменные ивняки [3]. Но в этой работе почему-то не упоминаются ветляники или болотные ивняки [3].

Таким образом, в ходе уточнения в описании жизненного пространства тетрапод на городских землях юго-запада Беларуси разработаны методические принципы и классификация станций млекопитающих, птиц и других тетрапод, состоящая из 6-и типов и 153 видов.

Список использованных источников

1. Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С. Гиляров. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – 831 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – Москва: «Мысль», 1990. – 637 с.
3. ТКП 17.12-06-2021 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Растительный мир. Правила выделения и охраны типичных и (или) редких биотопов, типичных и (или) редких природных ландшафтов, оформления их паспортов и охранных обязательств. – Минск: Минприроды, 2021. – 87 с.
4. Berndt R. Biotop – Ornitorp – Habitat. Drei verschiedenartige Lebensraumbegriffe / R. Berndt, W. Winkel // Ornithol. Mitt. – 1985. – 37, № 12. – P. 317–327.
5. Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 26 ноября 1992 г. № 1982-XII (с изменениями и дополнениями Закон Республики Беларусь от 4 января 2022 г. № 145-З) [Электронный ресурс]. – 2022. – Дата доступа. 16.06.2022.
6. Хански, И. Ускользящий мир. Экологические последствия утраты местообитаний / И. Хански; [пер. с англ.: В.И. Ланцов, С.В. Чудов]. – Москва: Товарищество науч. изд. КМК, 2018. – 344 с.
7. Демянчик, В.Т. Биосферный резерват Прибужское Полесье / В.Т. Демянчик. – Брест: Академия, 2006. – 202 с.
8. Савицкий, Б.П. Млекопитающие Беларуси / Б.П. Савицкий, С.В. Кучмель, Л.Д. Бурко; под общ. ред. Б.П. Савицкого. – Минск: Бел. изд. Товарищество «Хата», 2005. – 320 с.
9. Долбик, М.С. Ландшафтная структура орнитофауны Белоруссии / М.С. Долбик; науч. ред. А.Х. Шкляр; Акад. наук Белорус. ССР, Отд. зоологии. – Минск: Наука и техника, 1974. – 312 с.
10. Долбик, М.С. Зімоўкі пералетных птушак у Беларусі / М.С. Долбик, Ф.Я. Рубін // Весці АН БССР, сер. біял. навук. – 1972. – № 2. – С. 89–92.
11. Никифоров, М.Е. Птицы Беларуси на рубеже XXI века / М.Е. Никифоров [и др.] – Минск: Изд. Королев, 1997. – 188 с.

STATIONS AND HABITATS OF BIRDS ON URBAN LANDS V.V. DZIAMIANCHYK, V.T. DZIAMIANCHYK

The article discusses the author's classification of habitats of mammals, birds and other tetrapods in urban areas. The classification was tested in Brest (Belarus). A part of the classification of stations is given, the basis of which is deciduous tree species. 7 principles are outlined, 6 types and 153 types of tetrapod stations are identified.

УДК 93/94+502.74:598.2

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ ПТИЦ БРЕСТА**В.Т. Демянчик¹, М.Г. Демянчик², В.П. Рабчук¹, В.В. Демянчик¹**

1. Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

2. Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В статье обсуждается периодизация орнитологических исследований и охраны птиц на территории города Бреста (Беларусь). Выделены 3 основных этапа: 1) 1960 гг. – первая половина 1970 гг.; 2) вторая половина 1970 гг. – начало 1990 гг.; 3) начало 1990 гг. – настоящее время.

Ключевые слова: орнитофауна, охрана птиц, история изучения птиц, Брест, Беларусь

Общие оценки и экология орнитофауны на городских землях европейских стран – одно из наиболее традиционных и прогрессивно развивающихся направлений орнитологии [1].

По-видимому, по причине удаленности от губернских и воеводских центров прошлых столетий (гг. Гродно, Минск, Варшава, Люблин), освоенности территории, этнонациональной и демографической специфики, птицы г. Бреста долгое время оставались в исследовательской тени. В отличие, например, от фауны, представляющей лечебный либо коммерческий интерес и прямые или косвенные сведения о которой содержатся в документах Брестской таможни еще в 16 столетии [2]. Впрочем, в информационном безбрежье иезуитских манускриптов, давней периодики, мемуаристики и т.п. пытливые исследователи имеют высокий шанс пополнить и орнитофаунистическую летопись города над Бугом.

Несомненно, что определенные орнитофаунистические сведения о голубеобразных и хищных птицах собирались и использовались по ходу развития некоторых христианских традиций в монастырях и костелах Берестья в XV – начале XIX ст. [3].

В истории изучения и охраны основных групп диких птиц Бреста можно выделить три основных этапа: 1) 1960 гг. – первая половина 1970 гг.; 2) вторая половина 1970 гг. – начало 1990 гг.; 3) начало 1990 гг. – настоящее время.

Первые литературные научные данные (выявленные нами) по орнитофауне г. Бреста и окрестностей относятся к 1960-м гг. В тот период Долбицом М.С., Рубиным Ф.Е. и их соавторами опубликованы оригинальные данные о появлении регионально новых видов (кольчатая горлица, канареечный вьюрок, горихвостка-чернушка), о зимовках водоплавающих (кряква, лебедь-шипун) и некоторых воробьинообразных (скворец, врановые) птиц [4]. Большинство сведений по птицам г. Бреста за тот первый период приводится в общенациональной монографии того периода [5]. Первый этап орнитологических исследований и сборов г. Бреста тесно связан с развитием природоохранной экспозиции областного краеведческого музея и особенно – с созданием в Брестском педагогическом институте им. А.С. Пушкина биологического музея под руководством доцента М.Я. Асса. В биологическом музее был собран ряд оригинальных экспонатов. Например, экземпляр случайного залетевшего и добытого в окрестностях г. Бреста венценосного журавля. Кстати, эта находка так и остается в библиографическом неведении. 1960-е годы знаменуются апогеем декоративного голубеводства, когда сотнями любителей г. Бреста разводились всевозможные спортивные и просто красивые породы сизого голубя. «Государственные» традиции этого направления берут начало в период становления и развития станции военно-голубиной почты Брестской крепости в конце XIX – начале XX ст. Отметим, что в последние годы в г. Бресте осталось около 10 любительских голубятней. Между тем, регистрации покольцованных голубей родом из Польши, в Бресте – нередки.

Орнитологические наблюдения и целевые исследования птиц существенно активизировались со второй половины 1970-х гг. На этом (втором) этапе под руководством доцента Брестского госпединститута В. Е. Гайдука выполнена серия дипломных проектов, основанных на 3–5 летних полевых исследованиях студентов-биологов Шокало С. И., Баранова В. М., Демянчика В. Т. и других, в последующем ставшими профессиональными зоологами и специалистами охраны природы [6]. В этот период в г. Бресте стали практиковаться регулярные наблюдения и ведомственные мероприятия по биотехнике диких птиц города (Шокало Б. И., Кушнерук С. И., Баранов В. М.). Специалистами охотничьих структур спонтанно акклиматизирован на городских землях фазан. Активизировались инициативы по передержке бедствующих особей птиц, началась рекламная-информационная и экскурсионная работа по изучению и охране птиц. Организованы первые демонстрационные вольеры диких птиц и регулярная подкормка водоплавающих на зимовках. Расширение учебного биологического музея пединститута способствовало дополнению сведений о птицах города за счет того, что многие люди приносили случайно погибших птиц.

В 1990-е гг. после преобразования пединститута в Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина и образования Полесского аграрно-экологического института Национальной академии наук Беларуси

(до 2005 г. – Отдел проблем Полесья НАН Беларуси) с участием авторов статьи начался третий этап орнитологических исследований г. Бреста.

Начало третьего этапа орнитофаунистических исследований в г. Бресте знаменуется объявлением второго в городах Беларуси заказника. Заказник «Брестский» (1999 г.) нацелен на сохранение комплекса более 30 редких и исчезающих видов птиц. На этом этапе, наряду с планомерными наблюдениями в рамках работы Всесоюзного и Белорусского орнитологического общества им. А.В. Федюшина (под руководством М.С. Долбика, М.Е. Никифорова) организованы регулярные учеты зимующих и других групп птиц. В изучение птиц было вовлечено значительное число студентов, школьников и натуралистов. Начались работы по ежегодному кольцеванию водоплавающих птиц, главным образом лебедя-шипуна под руководством Богдановича И.В.

В Институте и университете к настоящему времени выполнено более 30 научно-исследовательских работ фундаментальной и прикладной направленности по государственным программам, где предметом исследований выступали птицы г. Бреста. Среди них: НИР «Оценка структурно-функциональных изменений орнитофауны в условиях постмелиоративной сукцессии и хозяйственного использования трансформированных экосистем Белорусского Полесья» по ГПНИ «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал» на 2013–2015 гг.; НИР «Формирование синантропных популяций и сообществ животных в современных условиях Беларуси» по ГПНИ «Природопользование и экология» на 2016–2020 гг.; НИР «Особенности и тенденции структурных изменений биоразнообразия и популяционных параметров ключевых видов тетрапод юго-запада Беларуси в условиях климатических изменений» по ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.; НИР Б16М-036 «Экологическая структура и роль агрегаций позвоночных животных в изменяющихся условиях населенных пунктов южной части Беларуси» по БРФФИ Наука-М. Наиболее значимый инновационный проект, в котором использованы многолетние результаты орнитологических исследований города – «Разработка перечня основных природно-экологических достопримечательностей городской среды Бреста и комплекса первоочередных мероприятий по их сохранению» (2019–2021 гг.). Результаты данного инновационного проекта предусмотрены к освоению мероприятиями на последующие 4 года решением Брестского горисполкома от 17.09.2021 г. [7]. Следует отметить, что современные основы классификации птиц и других групп тетрапод по степени синантропизации разработаны на 7 научных стационарах г. Бреста и которые в свою очередь стали базовыми стационарами для многолетнего мониторинга синантропной орнитофауны Белорусского Полесья [8]. Характерной чертой третьего этапа стало научное сопровождение двух Генеральных планов, Схемы озеленения, иных градостроительных (строительных и специального планирования) проектов г. Бреста в формате Оценки воздействия на окружающую среду, где обязательным элементом выступали также и наиболее приоритетные местообитания охраняемых видов птиц на городских землях. На этом же этапе решениями Брестского горисполкома на основе наших исследований были объявлены 11 из 12 городских памятников природы и заказников, расположенных в г. Бресте. Модельной территорией для многолетних наблюдений за изменением орнитофаунистического комплекса в редкой (для урболандшафтов) ситуации сохранения естественного крупного водно-болотного комплекса дикой природы стал заказник «Брестский». В первые годы после объявления заказника «Брестский» (1989–1990 гг.) там еще обитали даже 3 из 5 выделенных в Беларуси глобально уязвимых видов птиц (вертлявая камышевка, дупель, коростель).

Большинство городских памятников природы в той или иной мере также «работают» и на птиц. «Плещ обыкновенный» – стал не только зимним укрытием, но и гнездовым местообитанием сразу трех видов птиц. «Торфяник Дубровка» служит одним из двух мест на обширном, в т.ч. «заповедном», городском пространстве, где гнездится серая неясыть.

В середине 2010 гг. по инициативе брестских и польских орнитологов выделено Рамсарское водно-болотное угодье «Полесская долина реки Буг», которое одним из фрагментов прилегает к юго-западной окраине города.

На современном этапе с конца 1990 гг. начались коммерциализация (монетизация) орнитофауны г. Бреста, когда за счет зарубежных грантов проведена серия акций по пропаганде знаний о птицах. В малых архитектурных формах городской среды появились скульптурные изваяния сов и лебедей. После 2018 г. фасады более 10 многоэтажных домов украшают граффити чаек и сокола.

В последние годы путем взаимодействия природоохранных инспекций, отделов МЧС и коммунальных служб, научных учреждений города, не без трудностей, но настраивается система оказания экстренной помощи бедствующим особям птиц не только зимой, но и в гнездовые сезоны. В центральном парке разместились общедоступные экспозиционные вольеры, в т.ч. и с представителями орнитофауны. Бедствующие экземпляры охраняемых видов птиц доставляются в специальные места содержания. Оформлены паспорта видов птиц, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

В 1990-е гг. активизировалась популяризация разнообразия городских птиц, их охраны и изучения через телевизионные средства. По этому направлению наиболее значимы цикловые программы «Фауна Берестейщины» и «Среда обитания» (редакторы Салдина Л. А., Колокольцева Т. В.). Интернет-ресурсы позволили оперативно информировать общественность о новых регистрациях, проблемах, успехах, приоритетах в сохранении и изучении городской орнитофауны. Птицы города по-прежнему остаются популярным объектом студенческих

научных работ и научных биологических объединений школьников. В городе проводятся мероприятия по спортивной орнитологии, конкурсы учащихся и студентов, которые расширяют познания об изменениях и проблемах экологии птиц г. Бреста.

Во всех частях города проявляются инициативы по зимней подкормке птиц. Известны и неординарные ситуации, когда, например, круглогодичная (!) подкормка диких птиц проводится непрерывно более 25 лет в одном из дворов частного сектора (Киевка).

На современном этапе оригинальные (в разной мере) орнитофаунистические исследования Бреста нашли отражение в книгах, статьях, тезисах и коллекционных сборах Шокало С.И., Шокало Б.И., Гайдука В.Е., Лагодича А.Ю., Борисова И.И., Ольгомца А.И., Кирпичникова А.А., Семеняка А.М., Абрамчука А.В., Кухарчук М.Л., Левого С.В., Прокопчука В.В., Богдановича И.В., Абрамчука С.В., Бакура Ю.Ю., Сербуна А.А., Абрамовой И.В., Фенчука В.А., Дятчук И.А. и других исследователей, включая авторов. Значительный вклад в изучение и пропаганду охраны птиц г. Бреста внесли многие учителя, руководители профильных кружков и энтузиасты (Шепелевич И.И., Вахний Н.А., Солоп Н.Р., Лицкевич А.Н., Шутеев В.А., Рачко А.В., Якуш С.А., Янкевич Ю.А. и другие), которые поделились сигнальной информацией, использованной нами в ходе регулярных исследований. Значительный вклад в накопление сведений по птицам г. Бреста вносят преподаватели, научные сотрудники и волонтеры филиала кафедры зоологии и генетики Брестского госуниверситета в Полесском аграрно-экологическом институте НАН Беларуси начиная с 2010 г.

Характерной особенностью третьего (современного) этапа исследований стало документирование наблюдений путем сбора фрагментов покровов, дериватов и фотографирования. Причем документирование большинства орнитологических регистраций в полной мере стало общедоступным в современную эпоху цифровых технологий с приходом цифровых фото- и видеоустройств. Однако и при таком методическом прорыве мы склонны придерживаться традиции депонирования материальных орнитологических субстанций. Вполне ожидаемо, что в обозримом будущем роботехника, электронные регистраторы (крылатые и наземные) вытеснят полевого орнитолога с маршрутов и площадок наблюдений. Но технические «глаза и уши» вряд-ли телепортируются в материальное прошлое и на атомарном, молекулярно-генетическом и гистологическом уровнях все-таки будет нереальным «подсмотреть» в ушедших в безвозвратное небытие популяциях и особях генетику, биохимию, токсикологию и иные необходимые ответы для науки и практики без материальных фрагментов.

Отметим, что наряду с авторами, орнитологические данные регулярно фиксируются в журналах (дневниках) наблюдений немногими орнитологами и натуралистами. Более популярным стало фотографирование, размещение новостей в интернет-ресурсах.

В настоящее время долговременный мониторинг орнитофауны на всех особо охраняемых природных территориях и объектах, а также на 7 стационарах и в отдельных урочищах г. Бреста осуществляются авторской группой совместно с помощниками (таблица). Орнитофаунистические исследования на регулярной методически унифицированной основе начиная с 2010 г. проводятся на всех стационарах.

Таблица – Природная структура ландшафтов на стационарах орнитофаунистических исследований г. Бреста [9–11, наши данные]

№ п/п	Стационар (площадь), административный район	Физико-географическая провинция, район	Подтип ландшафтов, ландшафтная провинция	Род ландшафтов	Вид ландшафтов / разнообразность почв (Э.П.Б. Т. 2)	Субдоминантные урочища (Группа ландшафтного разнообразия)
1	Брест. Северо-запад (6,7 км. кв.), Ленинский р-н г. Бреста	Брестское Полесье, Высоковская равнина	Полесский, Полесская	Аллювиально-террасированный х пойменный	Плосковолнистая терраса х плоская пойма / супесчаные на моренных отложениях х суглинистые на речном аллювии	Ложбина стока с застройкой, лугами, кустарником, островным черноольнаником. Гривы со злаковыми лугами и редколесьем. Старичные понижения с осоковыми лугами и ивняками. Моренный холм с застройкой. Акватория каналов, канализированных ручьев, старичных озер (Достаточного разнообразия)
2	Брест. Северо-восток (6,7 км. кв.), Московский р-н г. Бреста	Брестское Полесье, Высоковская равнина	Полесский, Полесская	Вторичный водно-ледниковый х аллювиально-террасированный	Плосковолнистая водно-ледниковая равнина х плосковолнистая терраса / песчаные на водно-ледниковых песках х супесчаные на моренных отложениях	Дюны с сосняком и застройкой. Ложбина стока с мелколесьем и застройкой. Акватория пруда и каналов (Максимального разнообразия)
3	Брест. Запад (6,7 км. кв.), Ленинский р-н г. Бреста	Брестское Полесье, Высоковская равнина	Полесский, Полесская	Аллювиально-террасированный х пойменный	Плосковолнистая терраса х плоская пойма / супесчаные на моренных отложениях х суглинистые на речном аллювии	Ложбина стока с застройкой, лугами, кустарником, островным черноольнаником. Гривы со злаковыми лугами и редколесьем. Старичные понижения с осоковыми лугами и ивняками. Моренный холм с застройкой. Дюна с лугом, пашней и застройкой. Акватория большой и средней реки, прудов, старичных озер, мелиоративных каналов (Достаточного разнообразия)

Продолжение таблицы

4	Брест. Старый центр (6,7 км.кв.), Ленинский р-н г. Бреста	Брестское Полесье, Высоковская равнина	Полесский, Полесская	Аллювиально- террасиро- ванный x пойменный	Плосковолнистая терраса x плоская пойма / супесчаные на моренных отложениях x суглинистые на речном аллювии	Гривы со злаковыми лугами, мелколесьем, застройкой. Старичные понижения с осоковыми лугами и ивняками. Акватория прудов и каналов (Достаточного разнообразия)
5	Брест. Новый центр (6,7 км.кв.), Московский р-н г. Бреста	Брестское Полесье, Высоковская равнина	Полесский, Полесская	Аллювиально- террасированный x пойменный	Плосковолнистая терраса x плоская пойма / супесчаные на моренных отложениях x песчаные антропогенные	Ложбина стока с застройкой, лугами, кустарником, островным черноольничником. Гривы со злаковыми лугами и редколесьем. Старичные понижения с осоковыми лугами и ивняками. Моренный холм с застройкой. Акватория средней реки, прудов, старичных озер, мелиоративных каналов (Достаточного разнообразия)
6	Брест. Восток (6,7 км.кв.), Московский р-он г. Бреста	Брестское Полесье, Высоковская равнина	Полесский, Полесская	Аллювиально- террасиро- ванный x пойменный	Плосковолнистая терраса x плоская пойма / супесчаные на моренных отложениях x суглинистые на речном аллювии	Моренные холмы с застройкой и сосняком. Гривы со злаковыми лугами и редколесьем. Старичные понижения с осоковыми лугами и ивняками. Акватория прудов, русла реки, старичных озер (Достаточного разнообразия)
7	Брест. Юг (6,7 км.кв.), Московский р-н г. Бреста	Брестское Полесье, Высоковская равнина	Полесский, Полесская	Вторичный водно- ледниковый	Плосковолнистая водно-ледниковая равнина / супесчаные на моренных отложениях	Ложбина стока с застройкой. Моренные холмы с застройкой и мелколесьем. Акватория прудов и каналов (Максимального разнообразия)

При выделении стационаров орнитофаунистических исследований проведена рандомизация природных ландшафтных структур на современных городских землях с учетом максимально полного охвата биотопической разнородности в отношении жизненного пространства для птиц и других групп фауны. Природная структура ландшафтов на стационарах г. Бреста показана в таблице. Как видно из приведенных данных, стационары включают достаточно полный спектр ландшафтной разнородности, прежде всего – на уровне вида ландшафтов, субдоминантных урочищ, групп ландшафтного разнообразия. На стационарах исследований представлено и подавляющее большинство биотопов, местообитаний и стаций, выделенных нами в г. Бресте. В современном достаточно динамичном урболандшафте г. Бреста сложились достаточно разнообразные ландшафтно-экологические структуры на уровне фаций и соответственно стаций и местообитаний птиц, которые, являясь индикаторами антропогенной трансформации ландшафтов, отражают ряд динамических показателей общего состояния окружающей среды города.

Таким образом в истории орнитофаунистических исследований и охраны птиц г. Бреста прослеживаются 3 этапа. Современный этап орнитофаунистических исследований города характеризуется системным подходом, интеграцией исследовательских усилий ученых, преподавателей и волонтеров, цифровизацией и материализацией документирования собранных данных.

Список использованных источников

1. Burfield, I. Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status / I. Burfield, F. van Bommel. – Oxford, 2004. – 374 p.
2. Кириков, С.В. Промысловые животные, природная среда и человек / С.В. Кириков. – Москва : Издательство «Наука», 1966. – 349 с.
3. Демянчик, В.Т. Природа Брестчины на рубежах столетий / В.Т. Демянчик, Н.В. Михальчук, В.П. Самусевич. – Брест ; Издатель С. Б. Лавров, 2001. – 170 с.
4. Долбик, М.С. К расширению ареала новых и малоизвестных в Белоруссии птиц / М.С. Долбик, Ф.Е. Рубин // Экология позвоночных животных Белоруссии. – Минск, 1965. – С. 100–103.
5. Федюшин, А.В. Птицы Белоруссии / А.В. Федюшин, М.С. Долбик ; редактор И.Н. Сержанин ; Акад. наук Белорусской ССР, Отдел зоологии и паразитологии. – Минск : Наука и техника, 1967. – 520 с.
6. Гайдук, В.Е. Зимняя орнитофауна г. Бреста и его окрестно-стей / В.Е. Гайдук, С.И. Шокало, Б.И. Шокало // Птицы и урбани-зированный ландшафт. – Каунас : ВОО, 1984. – С. 43–44.
7. Демянчик, В.Т. Реализация принципов устойчивого развития городской среды в рамках комплексного инновационного проекта / В.Т. Демянчик, В.П. Рабчук, И.А. Дятчук, М.Г. Демянчик // Материалы междунар. науч.–метод. конф. «Экологическое образование и устойчивое развитие. Состояние, цели, пробемы и перспективы», 25–26 февр. 2021. – г. Минск, Респ. Беларусь: электронный сборник / Междунар. гос. экол. ин-т им. А.Д. Сахарова Бел. гос. ун-та. – М.: МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, 2021. – С. 274–276.
8. Демянчик, В.В. Синантропный экологический комплекс и структура населения позвоночных на селитебных территориях Белорусского Полесья / В.В. Демянчик, М.Е. Никифоров // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук Ч. 3. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 7–18.
9. Марцинкевич, Г.И. Ландшафты Белоруссии / Г.И. Марцинкевич, Н.К. Клицунова, Л.В. Логинова, Г.Т. Хараничева / Под ред. Г.И. Марцинкевич, Н.К. Клицуновой. – Минск: Университетское, 1989. – 239 с.
10. Марцинкевич, Г.И. Ландшафтоведение. Учебник для студентов специальности «Геоэкология» / Г.И. Марцинкевич. – Минск: БГУ, 2007. – 206 с.
11. Энциклапедыя прыроды Беларусі. – у 5 т. / рэдкал.: І.П. Шамякін (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : БелСЭ., 1983–1986. – 1–5 т.

BRIEF HISTORICAL SKETCH OF THE STUDY AND PROTECTION OF BIRDS OF BREST V.T. DZIAMIANCHYK, M.G. DZIAMIANCHYK, V.P. RABCHUK, V.V. DZIAMIANCHYK

The article discusses the periodization of ornithological research and protection of birds on the territory of the city of Brest (Belarus). There are 3 main stages: 1) 1960 – the first half of 1970; 2) the second half of 1970 – the beginning of 1990; 3) the beginning of 1990 – the present.

УДК 577.13: 82.912.46

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ПЛОДОВ *VACCINIUM MYRTILLUS* L.

Н.Ю. Колбас^{1,2}

1. Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

2. Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

В статье представлены данные об общем содержании фенольных соединений и антиоксидантной активности плодов черники (*Vaccinium myrtillus* L.), произрастающей в Брестском регионе. Содержание фенольных соединений составило 18,06–40,35 мг галловой кислоты на г лиофилизированных плодов, антоцианов – 8,52–11,51 мг дельфинидин 3-О-глюкозида, флавонолов – 2,85–5,89 мг кверцетина. Антиоксидантная активность по методу ABTS составила 0,167–0,407 ммоль тролокс эквивалента на г плодов и 0,358–0,676 ммоль Fe²⁺ на г плодов по методу FRAP.

Ключевые слова: плоды, *Vaccinium myrtillus*, фенольные соединения, антоцианы, флавонолы, метод ABTS, метод FRAP

Наиболее ценным ресурсообразующим видом ягодных растений в лесах Беларуси является черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.). Среднемноголетние биологические запасы ее составляют почти 80 % от общих запасов всех ягодников подсемейства Vaccinioideae (свыше 50 тыс. т). Объемы заготовок составляют 16–20 тыс. т/год, в неурожайные годы – менее 8 тыс. т. Наиболее крупные черничники РБ находятся в Витебской, Минской и Брестской областях. Урожайность черники в Беларуси в среднем составляет 151–240 кг/га, но в благоприятные годы может достигать 1 т/га. В Брестской области в 2012–2017 гг. урожайность варьировала от 150 до 390 кг/га [1, с. 151–152].

В химическом составе ягод черники выделяют фенольные соединения (ФС), пектиновые вещества, аминокислоты (преимущественно глутаминовая кислота и валин), органические кислоты (лимонная, молочная, хинная, щавелевая, яблочная и янтарная), эфирные масла [2]. ФС представлены конденсированными таннинами (5–7 %), антоцианами (0,7–3,6 % [3]), флавонолами (кверцетином в концентрации 1,27 %), гидроксикоричными кислотами (феруловой – 2,3 % и р-кумаровой – 0,63 %), а также стильбенами (ресвератролом – 0,67 %) [4]. Кроме того, плоды черники содержат: каротин, витамины С, РР и группы В, соли железа, калия, марганца, меди, серы, фосфора, хрома и цинка [2]. Биохимический состав определяет фармакологические свойства *V. myrtillus*.

Качественный состав ФС растений детерминирован генетически, а количественный – экологически. На биосинтез ФС влияют как абиотические (свет, температура, количество влаги и минеральный состав почвы), так и биотические (инфекции и механические повреждения) факторы [3; 5].

Целью исследования была оценка содержания ФС (в том числе антоцианов и флавонолов) плодов *V. myrtillus*, произрастающих в Брестском регионе, и скрининг их антиоксидантной активности (АОА).

Плоды черники потребительской зрелости были заготовлены на семи стационарах, локализованных в Брестской области (Ч-1 – 51.8097, 23.7035; Ч-2 – 52.1602, 23.5902; Ч-3 – 52.3227, 23.4009; Ч-5 – 52.0277, 23.8445; Ч-6 – 52.3305, 23.6917; Ч-7 – 52.004, 24.0471). Для извлечения ФС 1 г измельченных лиофилизированных плодов *V. myrtillus* заливали 10 мл 70 % этанолом и настаивали 14 дней при температуре 4 °С без доступа света при периодическом перемешивании. Экстракт от осадка отделяли центрифугированием в течении 10 минут при скорости 12 000 оборотов в минуту.

Анализ общего количества ФС проводили по стандартизированной методике [6] с реактивом Folin-Ciocalteu. Оптическую плотность смеси регистрировали с помощью спектрофотометра МС 122М («СОЛ инструментс», РБ) при длине волны 765 нм. Общее количество ФС выражали в мг галловой кислоты в пересчете на г лиофилизированных плодов (мг ГК/ г). Содержание флавонолов определяли по модифицированной методике L. R. Fukumoto и G. Mazza, 2000 [7] при 360 нм. В качестве стандарта использовали кверцетин.

Содержания антоцианов определяли рН-дифференцированным методом с использованием 0,025 М хлоридного (рН=1,0) и 0,4 М ацетатного (рН=4,5) буферных растворов [8]. Точность значений водородного показателя буферных растворов контролировали с помощью рН-метра. Оптическую плотность каждого из полученных растворов измеряли при $\lambda=520$ и $\lambda=700$ нм, при длине пути светового монохромного луча в 1 см на спектрофотометре. Общее количество антоцианов выражали в пересчете на мг дельфинидин 3-О-глюкозида на 1 г лиофилизированных плодов (мг Дф-глю / г, коэффициент молярной экстинкции составил 23700).

АОА плодов была оценена с помощью двух методов: ABTS (от 2,2'-азинобис[3-этил-2,3-дигидро-6-бензотиазол-сульфо кислота]) и FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) [9].

Для статистической обработки полученных данных применяли программу R software (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия, версия 2.14.1).

Содержание сухого вещества в плодах *V. myrtillus* семи изученных стационаров варьировало от 11,1 % до 18,8 %. Общее содержание ФС черники разных стационаров статистически достоверно различалось и варьи-

рвало от 18,06 до 40,35 мг ГК/г, флавонолов – от 2,85 до 5,89 мг кверцетина/г, антоцианов – от 8,52 до 11,51 мг Дф-глю/г лиофилизированных плодов (рисунок 1). Содержание ФС плодов *V. myrtillus* находится в корреляционной зависимости от содержания флавонолов ($R^2 = 0,829$, при уровне значимости $p \leq 0,001$).

Согласно ранее полученным данным, плоды *V. myrtillus*, произрастающей в Брестском районе, характеризуются довольно высоким содержанием антоцианов [10]. Доминирующим антоцианом изученных плодов является Дн-глю; кроме того, отмечено высокое содержание петунидин 3-О-арабинозида, дельфинидин 3-О-(6"-оксалил-глюкозида), цианидин 3-О-глюкозида, цианидин-3-О арабинозида и дельфинидин-3-О галактозида. В отличие от приводимых в литературе данных [3; 5; 11–12], плоды черники, произрастающей на территории Брестского региона, содержат меньше дельфинидин 3-О-галактозида и дельфинидин 3-О-арабинозида, но больше Дн-глю, петунидин 3-О-арабинозида и пеонидин 3-О-глюкозида [10].

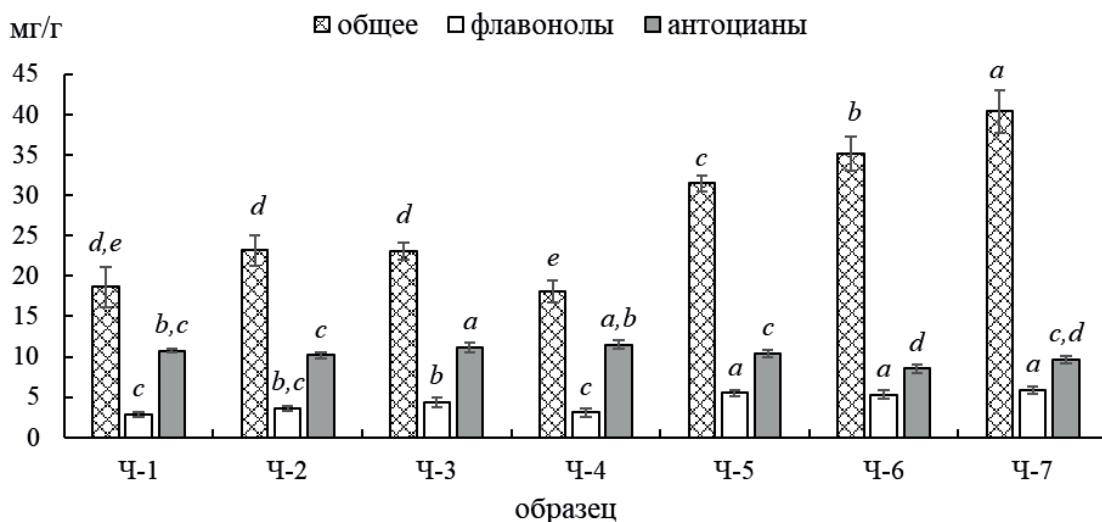


Рисунок 1 – Содержание фенольных соединений в лиофилизированных плодах *V. myrtillus*: общее содержание – в мг галловой кислоты, флавонолов – в мг кверцетина, антоцианов – в мг дельфинидин-глюкозида; Ч-1–Ч-7 фоновые стационары; а, b, c, d, e – статистические различия в пределах параметра (Tukey-тест, при $p < 0,05$)

АОА, оцененная методом *ABTS*, варьировала от 0,167 до 0,407 ммоль тролокс эквивалента на г лиофилизированных плодов, по методу *FRAP* – от 0,358 до 0,676 ммоль Fe^{2+} /г (рисунок 2). Установлена высокая корреляционная зависимость между АОА и содержанием ФС (коэффициент корреляции составил 0,819 для теста *ABTS* и 0,872 *FRAP*), а также флавонолов (0,742 и 0,847 соответственно).

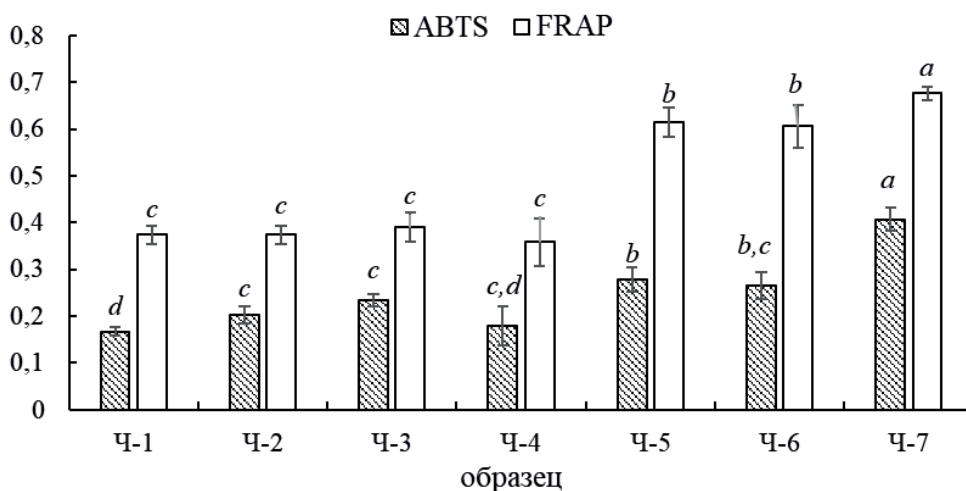


Рисунок 2 – Антиоксидантная активность лиофилизированных плодов *V. myrtillus*: тест *ABTS* – в ммоль тролокс эквивалента галловой кислоты на г, тест *FRAP* – в ммоль Fe^{2+} на г; Ч-1–Ч-7 фоновые стационары; а, b, c, d, e – статистические различия в пределах теста (Tukey-тест, при $p < 0,05$)

Проведенный статистический анализ (РСА-тест) выявил достоверные различия изученных параметров для плодов черники, произрастающей на разных стационарах. По содержанию ФС и АОА наиболее близки плоды стационаров Ч-5 и Ч-7, при этом достоверно отличаются от плодов стационара Ч-1 несмотря на то, что указанные локации близки географически. Вероятно, в данном случае на накопление ФС влияет состав почв ягодников, что требует проведения дополнительных исследований.

Таким образом, АОА плодов черники, произрастающей в Брестском регионе, зависит от локации ягодника и определяется содержанием ФС.

Список использованных источников

1. Мониторинг растительного мира в Республике Беларусь: результаты и перспективы / И. В. Бордок [и др.]; науч. ред. А. В. Пугачевский, А. В. Судник; Нац. Акад. Наук Беларуси, Ин-т экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича; под общ. ред. А. В. Пугачевского, А. В. Судника. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 491 с.
2. Padmanabhan, P. Berries and Related Fruits / P. Padmanabhan, J. Correa-Betanzo, G. Paliyath // Food and Health, ed. V. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldrá. – Oxford : Academic Press, 2016. – P. 364–371.
3. Anthocyanin fingerprinting for authenticity studies of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) / A. K. Primetta [et al.] // Food Control – 2013. – Vol. 30. – P. 662–667.
4. Ehala, S. Characterization of Phenolic Profiles of Northern European Berries by Capillary Electrophoresis and Determination of their Antioxidant Activity / S. Ehala, M. Vaher, M. Kaljurand // J. Agric. Food Chem. – 2005. – Vol. 53. – P. 6484–6490.
5. Effects of latitude-related factors and geographical origin on anthocyanidin concentrations in fruits of *Vaccinium myrtillus* L. (Bilberries) / A. Åkerstrom [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2010. – Vol. 58, № 22. – P. 11939–11945.
6. Waterhouse, A. L. Determination of Total Phenolics / A. L. Waterhouse // Current Protocols in Food Analytical Chemistry, – 2002. – 18 p.
7. Fukumoto, L. R. Assessing Antioxidant and Prooxidant Activities of Phenolic Compounds / L. R. Fukumoto, G. Mazza // J. Agric. Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 8. – P. 3597–3604.
8. Giusti, M. M. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy / M. M. Giusti, R. E. Wrolstad // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2001. – 13 p.
9. Колбас, Н.Ю. Изменение антиоксидантной активности плодов в процессе их созревания / Н.Ю. Колбас, В.Н. Решетников // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта, сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2012. – № 1. – С. 45–54.
10. Колбас, Н.Ю. Экологический аспект накопления антоцианов в плодах черники // Н.Ю. Колбас, А.П. Колбас // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: зб. навук. прац. VIII Міжнар. Навук. конф. «Прыроднае асяроддзе Палесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсакарыстання», Брэст, 12–14 вер. 2018. / Палескі аграрна-экал. Інст. НАН Беларусі; рэдкал. М. В. Міхальчук [і інш.] – Вып. 11. – Брэст : Альтэрнатыва, 2018. – С. 240–242.
11. Anthocyanin fingerprinting for authenticity studies of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) / A. K. Primetta [et al.] // Food Control – 2013. – Vol. 30. – P. 662–667.
12. Полина, С.А. Состав антоцианов черники обыкновенной, брусники обыкновенной и клюквы обыкновенной Краснодарского края по данным ВЭЖХ / С.А. Полина, А.А. Ефремов // Химия растительного сырья. – 2014. – № 2. – С. 103–110.

THE TOTAL PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *VACCINIUM MYRTILLUS* L. N.Y. KOLBAS

The polyphenols content and antioxidant activity of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) from Brest region (Belarus) are presented in this article. The total phenolic content varied from 18.06 to 40.35 mg of gallic acid per g of dry weigh of fruit, the total anthocyanin content varied from 8.52 to 11.51 mg of delphinidin 3-O-glucoside per g of DW and the total flavonols content varied from 2.85 to 5.89 mg of quercetin per g of DW. Antioxidant activity was evaluated by two methods and showed 0.167–0.407 mmol of trolox equivalents per g of DW fruit by the ABTS and 0.358–0.676 mmol of Fe²⁺ per g of DW fruit by the FRAP method.

УДК 628.381.1

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБРАЗУЕМОГО ФИЛЬТРАТА ПОСЛЕ УПЛОТНЕНИЯ СМЕСИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КПУП «БРЕСТСКИЙ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД»

А.Н. Лицкевич, О.Е. Чезлова, М.В. Гулькович, Л.А. Набиева, Л.И. Чирук, А.Ф. Демянчук

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Формирование качества общего сброса сточных вод КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» обусловлено фильтрами после уплотнения осадков сточных вод на разных стадиях очистки. Выявлено, что содержание сухого остатка в общем сбросе сточных вод предприятия сформировано в основном за счет обезвоживания сброженной смеси и уплотнения сырого осадка. По содержанию фосфора основной вклад в загрязнение общего стока вносит операция обезвоживания сброженной смеси и ТБО. По показателю ХПК высока доля загрязнения общего стока от фильтратов уплотнения сырого осадка.

Осадки сточных вод, фильтрат осадка, уплотнение, обезвоживание, загрязнение

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь очень остро стоят вопросы сбора, отведения и очистки производственных сточных вод.

Производственные сточные воды Коммунального производственного унитарного предприятия «Брестский мусороперерабатывающий завод» (КПУП «БМПЗ») поступают в приемную камеру очистных сооружений КПУП «Брестводоканал» и, далее, очищенные стоки попадают в водный объект-приемник – реку Западный Буг.

В случае поступления высокозагрязненных производственных сточных вод КПУП «БМПЗ» на городские очистные сооружения, нарушается функционирование систем биологической очистки сточных вод, что, в свою очередь, неблагоприятно сказывается на экологической обстановке природного водного объекта.

Цели и задачи

Основная цель исследований – оценить качество фильтрата, образуемого в результате обезвоживания смеси осадков сточных вод КПУП «БМПЗ», с целью контроля содержания загрязнений в производственных сточных водах, отводимых с территории предприятия.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются производственные отходы, образующиеся в результате деятельности КПУП «БМПЗ», а также фильтраты от уплотнения осадков сточных вод (ОСВ).

На территории КПУП «БМПЗ» функционирует три участка:

- участок сбраживания сырого осадка (СО) и избыточного активного ила (ИАИ), образующихся на очистных сооружениях г. Бреста, с последующей транспортировкой смеси обезвоженного сброженного осадка и ИАИ на площадку для вылеживания материала, с целью формирования органического удобрения, и (или) на полигон твердых коммунальных отходов (ТКО) для использования в качестве изоляционного материала;
- участок механико-биологической обработки ТКО, включающий сбор отходов, сортировку, извлечение вторичных материальных ресурсов и сбраживания биологической фракции ТКО с целью получения биогаза и использованием сброженного остатка в виде изоляционного материала на полигоне ТКО;
- участок по выработке тепловой и электрической энергии из биогаза и природного газа.

Результатом переработки СО и ИАИ является обезвоженный сброженный осадок, который представляет собой черный пластичный (условно рассыпчатый) остаток. В зависимости от соотношения СО и активного ила в смеси влажность обезвоженной смеси варьируется в диапазоне от 70% до 87% (при увеличении доли активного ила влажность обезвоженной сброженной смеси растёт). Далее данный отход может быть использован как изоляционный материал на полигоне ТКО и (или) как органическое удобрение, согласно технологическому регламенту «Производство удобрения органического на основе обезвоженного сброженного осадка сточных вод» от 30.06.2021.

В качестве энергоносителя для получения электроэнергии на предприятии используется биогаз, образованный в результате стабилизации отходов и природный газ.

Для увеличения производительности метантенков поступающий на переработку и обеззараживание СО и ИАИ подвергаются обезвоживанию на ленточных сгустителях. Сброженная смесь (СС) из буферного резервуара насосами подается на ленточные фильтр-пресса для последующего обезвоживания.

Таким образом, ОСВ (СО и ИАИ) дважды подвергаются принудительному обезвоживанию:

- до сбраживания СО и ИАИ уплотняются на уплотнителях СО и ленточных ситах активного ила;
- после сбраживания СС подвергается обезвоживанию на фильтр-прессах.

Производительность комбинированной системы достигает 80 м³/ч.

Для оценки эффективности работы элементов цеха принудительного обезвоживания отобраны пробы СО, ИАИ, СС, а также фильтратов от их обезвоживания. Выполнен анализ химических показателей полученных субстратов в соответствии с методиками, принятыми на территории Республики Беларусь [1–8].

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований выявлено высокое содержание загрязнений в фильтрате после обезвоживания СС по показателям взвешенных веществ, сухого остатка, химического потребления кислорода (ХПК), фосфатов (таблица).

Таблица – Качественная характеристика фильтратов от обезвоживания осадков сточных вод КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод»

Показатель	Фильтрат СС			Фильтрат СО		Фильтрат ИАИ			Фильтрат ТБО	Общий сброс сточных вод	
	19.04	05.05	25.05	05.05	25.05	19.04	05.05	25.05		25.05	05.05
рН	7,6	7,7	8,1	5,9	5,9	7,2	7,0	7,1	7,6	7,3	7,1
Взвешенные вещества, мг/дм ³	161,6	246,5	1268	3254	577	90,2	327	181	1342	917,5	585
Сухой остаток, мг/дм ³	2433	1903,5	2103,5	2249,5	1804	682	728	708,5	7263	1015	1623,5
Влажность, %	99,74	99,79	99,66	99,45	99,76	99,92	99,89	99,91	99,14	99,81	99,78
Хлориды, мг/дм ³	254,9	250,9	262,3	269,1	244,2	186,4	205,7	197	448,8	215,9	243,7
Аммиак и ионы аммония, мг/дм ³	815,7	2300	2180	160	233	5,2	3,8	36,57	2080	290	434
Азот, %	24,45	83,2	50,29	2,26	7,61	0,52	0,28	3,2	18,8	11,67	15,28
ХПК, мгО/дм ³	672	820	1925	7080	3280	97,6	464,8	161	7780	2800	2240
Нефтепродукты, мг/дм ³	2,1	1,22	0,172	2,43	0,142	0,069	1,46	0,06	1,35	14	0,928
Фосфор, мг/дм ³	344,5	275	9,97	80,5	209,9	12,74	10,67	47,06	461,5	79,8	77,8
Фосфор, %	13,28	12,79	0,3	1,46	8,82	1,65	1,01	5,29	5,36	4,13	3,52
Железо общее, мг/дм ³	10,808	00,729	10,409	10,87	10,131	00,01	00,039	00,037	60,91	00,485	00,964

Оценку эффективности работы технологического оборудования предприятия можно произвести по количеству загрязнителей в осадках и фильтрате сточных вод на различных стадиях очистки. На диаграммах (рисунки 1–7) представлены зависимости содержания загрязнителей в составе сточных вод и необезвоженных ОСВ.

Анализ рисунка 1 свидетельствует о высокой доле загрязнения взвешенными веществами фильтратов от обезвоживания СС и уплотнения СО. Фильтрат ТБО также загрязнен взвесями, но доля фильтрата от общего сброса не превышает 5 %.

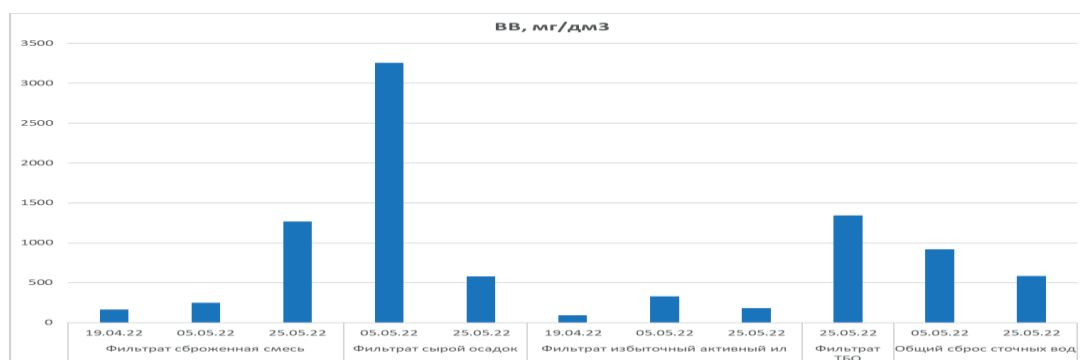


Рисунок 1 – Содержание взвешенных веществ в составе фильтратов уплотнения и обезвоживания ОСВ

Содержание сухого остатка (рисунок 2) в общем сбросе сточных вод сформировано в основном за счет обезвоживания СС и уплотнения СО.

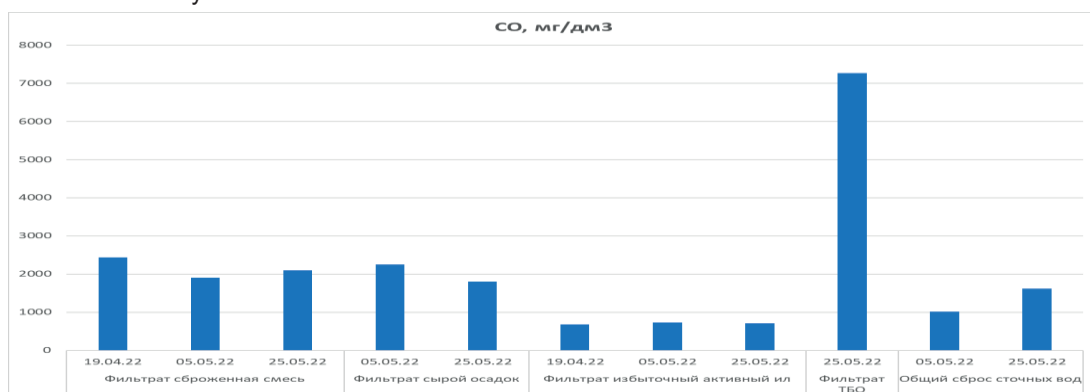


Рисунок 2 – Содержание сухого остатка в составе фильтратов при уплотнении и обезвоживании ОСВ

По содержанию хлоридов (рисунок 3) в составе фильтратов и общем сбросе сточных вод выявлен максимальный источник загрязнения – фильтрат ТБО. Величина показателя достигает уровня 449 мг/дм³, при уровне содержания хлоридов в составе общего сброса сточных вод 237 мг/дм³.

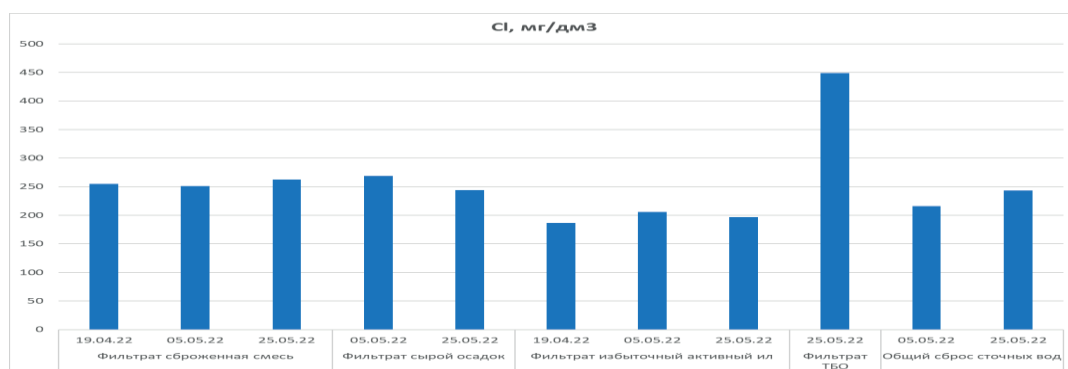


Рисунок 3 – Содержание хлоридов в составе фильтратов при уплотнении и обезвоживании ОСВ

По содержанию аммиака (рисунок 4) основной вклад в загрязнение общего стока сточных вод вносит операция обезвоживания СС и ТБО. Показатель содержания ионов аммония в фильтрате СС достигает концентрации 2300 мг/дм³, а в фильтрате обезвоживания ТБО – 2080 мг/дм³. При этом содержание аммиака и ионов аммония в общем сбросе сточных вод не превышает величину в 434 мг/дм³.

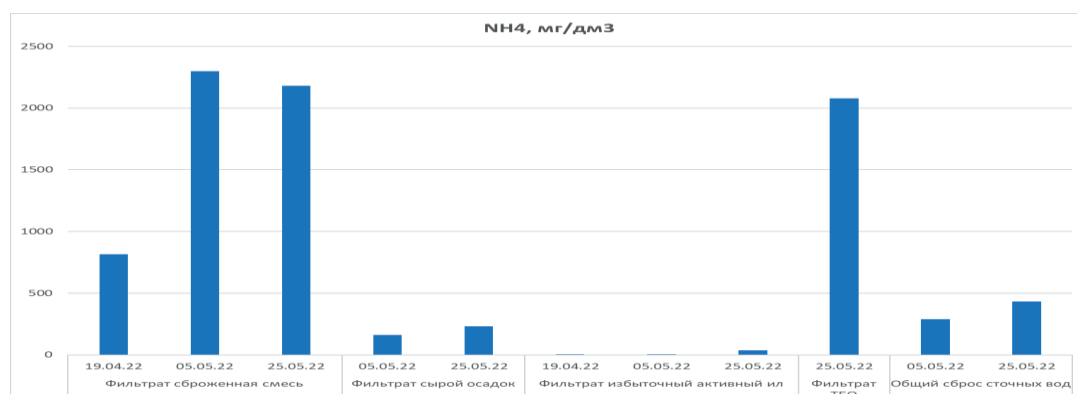


Рисунок 4 – Содержание аммиака и ионов аммония в составе фильтратов при уплотнении и обезвоживании ОСВ

Анализ рисунка 5 свидетельствует о высоком загрязнении по показателю ХПК фильтратов от уплотнения СО. Фильтрат ТБО также характеризуется высокими показателями ХПК, но доля фильтрата от общего сброса не превышает 5 %.

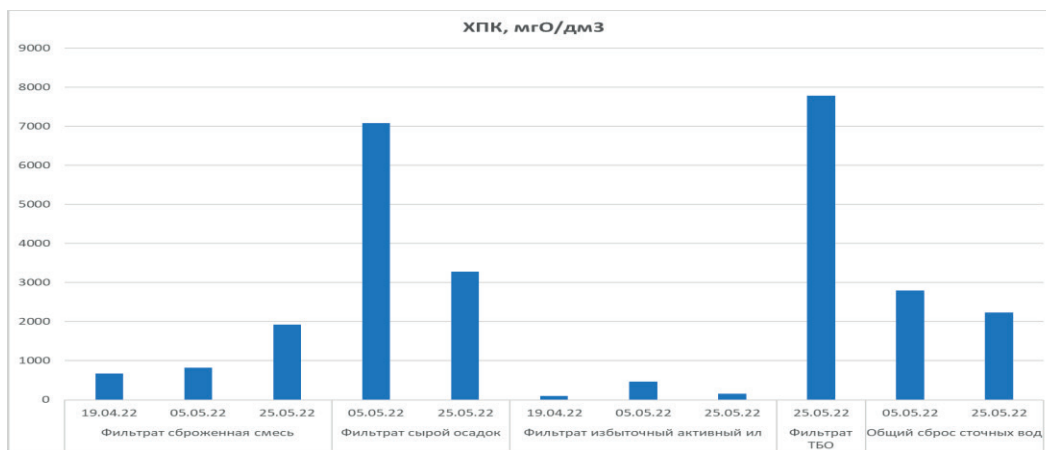


Рисунок 5 – Показатель ХПК фильтратов при уплотнении и обезвоживании ОСВ

По содержанию фосфора (рисунок 6) основной вклад в загрязнение общего стока сточных вод вносит операция обезвоживания СС и ТБО, а также уплотнение СО. Показатель содержания фосфора в фильтрате ТБО достигает значения 461 мг/дм³, в фильтрате СС – 345 мг/дм³. При этом содержание фосфора в общем сбросе сточных вод не превышает величину в 80 мг/дм³.

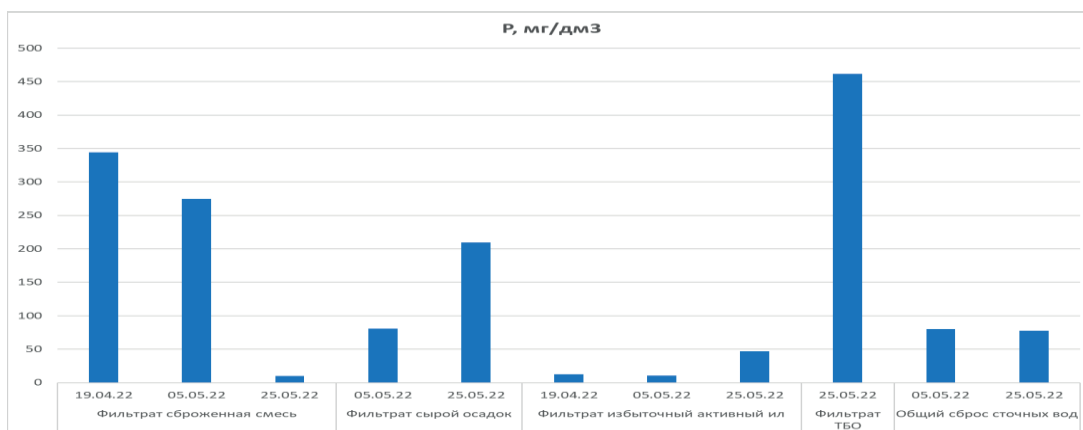


Рисунок 6 – Содержание фосфора в составе фильтратов при уплотнении и обезвоживании ОСВ

Анализ рисунка 7 свидетельствует об эпизодическом загрязнении общего сброса сточных нефтепродуктами, но фильтраты отдельных операций обезвоживания и уплотнения не подтверждают тенденции загрязнения стоков нефтепродуктами.

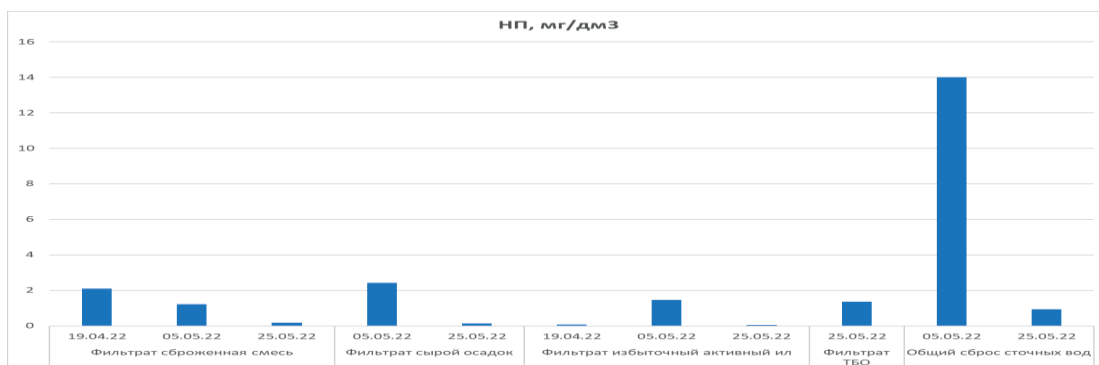


Рисунок 7 – Нефтепродукты в фильтратах при уплотнении и обезвоживании ОСВ

Выводы

1. Общий сток производственных сточных вод КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» сформирован фильтрационными водами от уплотнения сырого осадка и избыточного активного ила КПУП «Брестводоканал», а также фильтратом от обезвоживания сброженной смеси осадков и обезвоживания сброженной части твердых коммунальных отходов.

2. Наиболее значимые загрязнения в составе производственных сточных вод КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» – азот аммонийный, фосфор фосфатный, ХПК, взвешенные вещества.

3. Высока доля загрязнения общего стока сточных вод от фильтратов обезвоживания сброженной смеси и уплотнения сырого осадка. Фильтрат ТБО также загрязнен взвесями, но доля фильтрата от общего сброса не превышает 5 %.

4. Максимальный показатель содержания сухого остатка выявлен в фильтрате сброженной органической части ТБО.

5. Основной вклад в загрязнение общего стока сточных вод аммиаком вносит операция обезвоживания сброженной смеси. Показатель содержания ионов аммония в фильтрате сброженной смеси достигает концентрации 2300 мг/дм^3 , а в фильтрате обезвоживания ТБО – 2080 мг/дм^3 . При этом содержание аммиака и ионов аммония в общем сбросе сточных вод не превышает величину в 434 мг/дм^3 .

6. Высока доля загрязнения общего стока по показателю ХПК от фильтратов уплотнения сырого осадка. Фильтрат ТБО также характеризуется высокими показателями ХПК.

7. Основной вклад в загрязнение общего стока сточных вод фосфором вносит операция обезвоживания сброженной смеси осадков, уплотнения сырого осадка и органической части ТБО. Показатель содержания фосфора в фильтрате ТБО достигает концентрации 461 мг/дм^3 , в фильтрате сброженной смеси – 345 мг/дм^3 . При этом содержание фосфора в общем сбросе сточных вод не превышает величину в 80 мг/дм^3 .

Список использованной литературы

1. МВИ.МН 4362-2012 Методика выполнения измерений концентрации взвешенных веществ гравиметрическим методом в сточных, поверхностных и подземных водах. – Минск, 2012. – 19 с.

2. МВИ.МН 4218-2012 Методика выполнения измерений концентрации сухого остатка (минерализации) гравиметрическим методом. – Минск, 2011. – 16 с.

3. СТБ 17.13.05-39-2015 Качество воды. Определение концентрации хлоридов титриметрическим методом с нитратом серебра. – Минск: Госстандарт, 2015. – 12 с.

4. ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ. Фотометрический метод определения содержания аммиака и ионов аммония (суммарно) с использованием реактива Несслера (метод А). – Минск: Госстандарт, 2016. – 19 с.

5. ПНД Ф 14.1:2.4.190-2003 Методика измерений бихроматной окисляемости (ХПК) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02». – М., 2003 (Издание 2012 г.). – 24 с.

6. ПНД Ф 14.1:2.4.128-98 Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». – М., 1998 (Издание 2012 г.). – 26 с.

7. ГОСТ 18309-2014 Вода. Методы определения фосфорсодержащих веществ. – Минск: Госстандарт, 2016. – 21 с.

8. СТБ 17.13.05-45-2016 Качество воды. Определение концентрации железа общего фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. – Минск: Госстандарт, 2016. – 10 с.

EVALUATION OF THE QUALITY OF THE FORMED FILTRATE AFTER THE COMPACTION OF THE MIXTURE OF WASTEWATER SLUDGE OF THE BREST GARBAGE PROCESSING PLANT

A.N. LITSKEVICH, O.E. CHEZLOVA, M.V. GULKOVICH, L.A. NABIEVA, L.I. CHIRUK, A.F. DEMYANCHUK

The formation of the quality of the total wastewater discharge of the Brest Waste Processing Plant is due to filtrates after compaction of sewage sludge at different stages of treatment. It was revealed that the content of dry residue in the total wastewater discharge of the enterprise is formed mainly due to the dehydration of the fermented mixture and the compaction of the raw sludge. In terms of phosphorus content, the main contribution to the pollution of the general runoff is made by the operation of dehydration of the fermented mixture and municipal solid waste. In terms of COD, the share of pollution of the total effluent from wet sludge compaction filtrates is high.

УДК 579.695; 546.85; 502.55; 661.63

БИОДЕСТРУКЦИЯ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ: ВТОРОЙ ДЕСЯТОК ЛЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.З. Миндубаев¹, Э.В. Бабынин³, Е.К. Бадеева², С.Т. Минзанова²

1. Институт энергетики и перспективных технологий ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия
2. Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия
3. Татарский НИИХП ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия

На протяжении 13 лет ведется работа по исследованию биодegradации элементного фосфора, а также фосфорсодержащих соединений. За это время собран богатейший материал, получены уникальные результаты, которые в перспективе могут стать основой эффективных методов предотвращения и ликвидации загрязнений токсичными соединениями фосфора. Теперь история развития самого проекта стала интересной и полезной для всех, кто интересуется реализацией стартапов и инноваций.

Ключевые слова: биодegradация, детоксикация, токсичные соединения фосфора, проект

Одним из важнейших методов обезвреживания промышленных стоков, территорий и акваторий, загрязненных разнообразными неприродными веществами, в том числе самыми токсичными, является биодegradация [1] (рисунок 1). Ее главное преимущество, по сравнению с существующими альтернативными методами обезвреживания, заключается в том, что при использовании биодegradации в окружающую среду не вносятся новые химические загрязнители.

Превращение токсичных ксенобиотиков (искусственный антиминобиотический препарат β-хлораланин, психотропный препарат фенклонин, фенол, катехол, индол, сероводород) (рисунок 1) в состав протеиногенных аминокислот, является, пожалуй, наиболее показательным примером биодegradации [2, 3].

Двенадцать лет назад возник наш проект обезвреживания ксенобиотиков, предназначенный для очистки сточных вод и загрязненных грунтов [4, 5]. Исследования направлены на разработку научных основ детоксикации белого фосфора – опасного промышленного загрязнителя окружающей среды. В наших работах впервые получены культуры микроорганизмов, растущих в культуральных средах, содержащих белый фосфор.

Главное преимущество метода – экологическая безопасность. Существующие в настоящий момент методы обезвреживания [6] наряду с очевидными достоинствами представляют экологическую угрозу, поскольку требуют применения опасных химикатов, либо значительных энергетических затрат.

Проект начался в 2009 г. по заказу голландской фирмы Thermphos International. Задачей являлось обезвреживание белого и желтого фосфора – вещества первого класса опасности. В 2011 г. вышла первая публикация. В 2012 г. из осадка сточных вод с белым фосфором был выделен штамм устойчивого микроорганизма *Streptomyces sp.* A8. В 2014 г. был получен грант РФФИ 14-08-31091 мол_а (2014–2015 гг). «Биологическая дegradация промышленных стоков, содержащих белый фосфор и его производные». В этом же году из реактива белого фосфора был выделен штамм *Aspergillus niger* AM1. В 2015 г. осуществлена селекция штаммов на рост устойчивости к белому фосфору. В 2016 г. в результате селекции получен суперустойчивый штамм *Aspergillus niger* AM2. В этом году вышел патент № 2603259 [7]. В 2017 г. нами впервые продемонстрирована генотоксичность белого фосфора. В 2018 г. получен грант Старт 1. Заявка С1-34299. Договор № 2384 ГС1/39113 от 22.03.2018 г. «Создание метода обезвреживания техногенных загрязнений белым и желтым фосфором при помощи известных культур микроорганизмов». Создано ООО Интехтокс (рисунок 2). Проведены протеомные исследования, оптическая и электронная микроскопия, позволившие установить механизмы адаптации аспергиллов к белому фосфору.

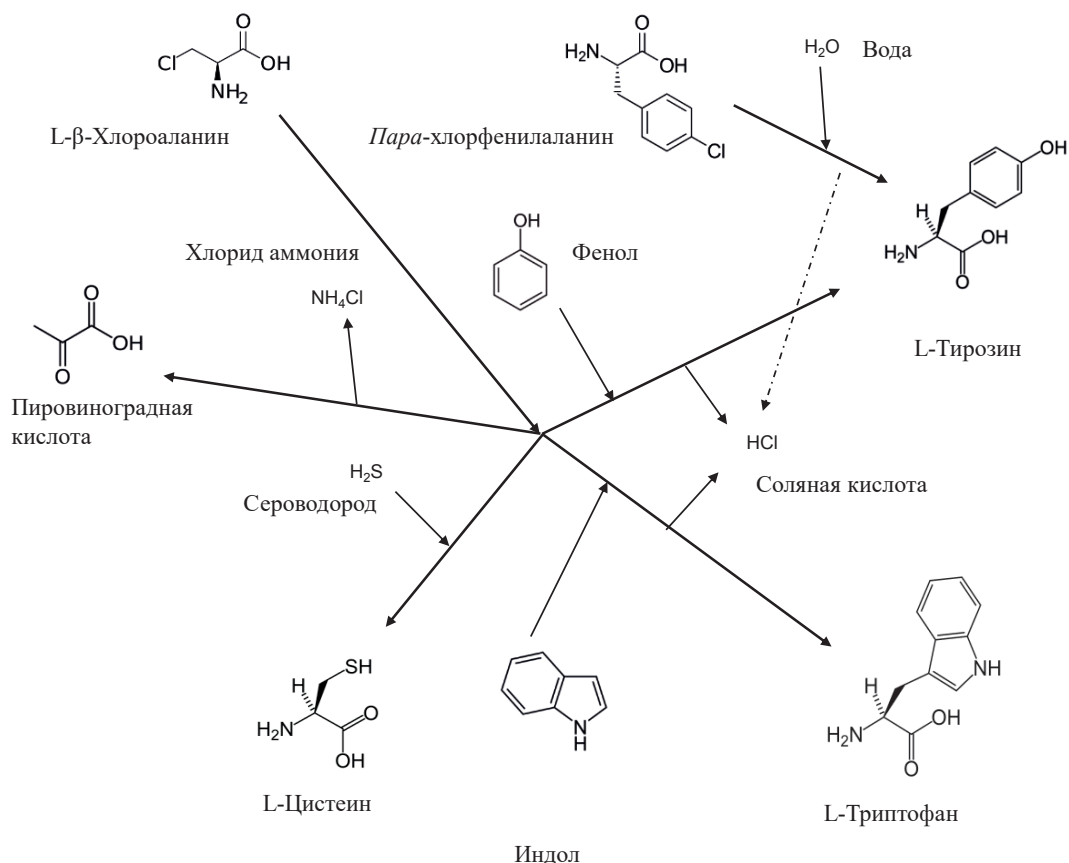


Рисунок 1 – Ферменты триптофансинтаза из *Escherichia coli*, тирозинфеноллаза из *Citrobacter intermedius*, *Erwinia herbicola* и *Proteus morganni*, цистеиндесульфгидраза из *Salmonella typhimurium* и *Enterobacter aerogenes* синтезируют полезные аминокислоты из ядовитых веществ. В том числе, природную аминокислоту серин – естественный предшественник тирозина, триптофана, 2,3-дигидроксифенилаланина (ДОФА) и цистеина, можно заменить на синтетический β-хлораланин. Помимо этого, ряд пиридоксальсодержащих ферментов превращают β-хлораланин в ценный метаболит пировиноградную кислоту. Фермент тирозингидроксилаза способен превращать 4-хлорфенилаланин в тирозин с выходом 38 %.

Методом ядерного магнитного резонанса подтверждена биodeградация белого фосфора. Начаты работы по расширению спектра обезвреживаемых соединений, включающего красный фосфор, фосфит, гипофосфит, фосфонаты, которые успешно продолжены. Штаммы *A. niger* AM1 и AM2 задепонированы во Всероссийской коллекции микроорганизмов с целью дальнейшего патентования. За период с 2019 г. оптимизирован состав культуральных сред, обнаружена минимальная ингибирующая концентрация белого фосфора для грибов. В 2020 г. построены филогенетические деревья штамма AM1. В настоящее время готовится работа по полной расшифровке геномов AM1 и AM2. Начаты исследования биodeградации нефтей и нефтепродуктов нашими культурами грибов.

ИнТехТокс

InTechTox

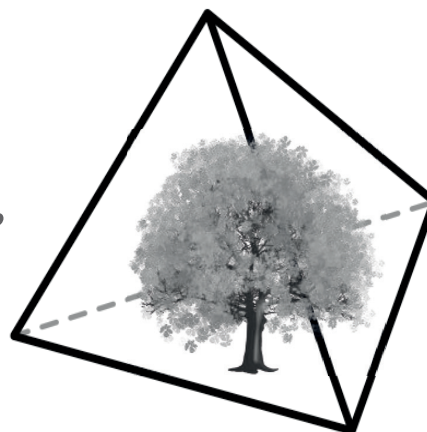


Рисунок 2 – Логотип ООО Интехтокс

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Миндубаев, А.З. Микробы-санитары / А.З. Миндубаев // Наука и жизнь. – 2020. – № 4. – С. 28–33.
2. Nagasawa, T. Enzymatic Transformations of 3-Chloroalanine into Useful Amino Acids / T. Nagasawa, H. Yamada // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 1986. – Vol. 13, № 2. – P. 147–165. DOI: 10.1007/BF02798908
3. Wang, Y. Carbon–fluorine bond cleavage mediated by metalloenzymes / Y. Wang, A. Liu // Chem. Soc. Rev. – 2020. – Vol. 49, № 14. – P. 4906–4925. DOI: 10.1039/C9CS00740G
4. Mindubaev, A.Z. Effect of White Phosphorus on the Survival, Cellular Morphology, and Proteome of *Aspergillus niger* / A.Z. Mindubaev, S.V. Kuznetsova, V.G. Evtuyugin, A.G. Daminova, T.V. Grigoryeva, Y.D. Romanova, V.A. Romanova, V.M. Babaev, D.N. Buzyurova, E.V. Babynin, E.K. Badeeva, S.T. Minzanova, L.G. Mironova // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2020. – Vol. 56, № 2. – P. 194–201. DOI: 10.1134/S0003683820020118
5. Mindubaev, A.Z. The possibility of neutralizing white phosphorus using microbial cultures / A.Z. Mindubaev, E.V. Babynin, A.D. Voloshina, K.A. Saparmyradov, Y.A. Akosah, E.K. Badeeva, S.T. Minzanova, L.G. Mironova // News of NAS RK. Series of geology and technical sciences. – 2019. – Vol. 5, № 437. – P. 122–128. DOI: 10.32014/2019.2518-1491.63
6. Ning, P. Removal of phosphorus and sulfur from yellow phosphorus off-gas by metal-modified activated carbon / P. Ning, X. Wang, H.-J. Bart, S. Tian, Y. Zhang, X.-Q. Wang // Journal of Cleaner Production. – 2011. – Vol. 19, № 13. – P. 1547–1552. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.05.001
7. Миндубаев, А.З. Способ детоксикации белого фосфора с применением штамма микроорганизмов *Trichoderma asperellum* ВКПМ F-1087 / А.З. Миндубаев, Ф.К. Алимova, А.Д. Волошина, Е.В. Горбачук, Н.В. Кулик, С.Т. Минзанова, Р.И. Тухбатова, Д.Г. Яхваров // Патент на изобретение № 2603259 от 1.11.2016. Бюл. 33. Дата приоритета 28.07.2015 г. Регистрационный номер 2015131380 (048333). Решение о выдаче патента от 29.08.2016 г.

HAZARDOUS SUBSTANCES BIODESTRUCTION: THE SECOND DECADE OF RESEARCH**A.Z. MINDUBAEV, E.V. BABYNIN, E.K. BADEEVA, S.T. MINZANOVA**

For 13 years, work on the biodegradation of elemental phosphorus, as well as phosphorus-containing compounds, has been carried out. During this time a wealth of material has been collected and unique results have been obtained. In the future, they can become the basis for effective methods of preventing and eliminating pollution with toxic phosphorus compounds. Now the story of the development of the project itself has become interesting and useful for all those who are interested in the realization of startups and innovations.

УДК 576.89:597/599 (476)

ДОПОЛНЕНИЕ И АНАЛИЗ СВЕДЕНИЙ О НЕМАТОДАХ И АКАНТОЦЕФАЛАХ БЕЛАРУСИ

В.В. Шималов

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Дополнен современный каталог «Гельминты позвоночных животных и человека на территории Беларуси» сведениями о новых и неучтенных видах нематод и акантоцефалов, хозяевах и местах обнаружения этих гельминтов в южной части Беларуси. Обращается внимание на синонимию и диагностику некоторых гельминтов, обнаруженных у позвоночных животных. Рассмотрено 69 видов нематод и 5 видов акантоцефалов.

Ключевые слова: гельминты позвоночных животных, нематоды, акантоцефалы

Введение

В Беларуси весь комплекс сведений о видовом составе гельминтов, их хозяевах, местах обнаружения и авторах находок содержится в двух каталогах. Первый каталог под названием «Гельминты домашних и диких животных Белоруссии» был опубликован в 1981 году [1], второй каталог под названием «Гельминты позвоночных животных и человека на территории Беларуси» – в 2017 году [2]. Первый включал 232 вида нематод и 10 видов акантоцефалов, второй – соответственно 350 и 16 видов. К сожалению, не все виды нематод и акантоцефалов, хозяева и места обнаружения были учтены составителями второго (современного) каталога, к тому же имеются наши данные о новых видах гельминтов.

Цель работы – привести сведения о новых и неучтенных в современном каталоге «Гельминты позвоночных животных и человека на территории Беларуси» нематодах и акантоцефалах позвоночных животных, обитающих в южной части Беларуси.

Методика и объекты исследования

Объем материала, место и методы исследования содержатся в статье о моногенеях, трематодах и цестодах, которая будет опубликована в 2022 году в 13 выпуске сборника «Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця».

Результаты и их обсуждение

Нематоды:

Acuaria sp. Новый дефинитивный хозяин – жаворонок полевой. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Anchotheca erinacei (Rudolphi, 1819). Неучтенный в каталоге дефинитивный хозяин – еж белогрудый [3]. Место обнаружения – заказник «Бугский».

Anchotheca murissylvatici (Diesing, 1851). Вид указан в каталоге под названием *Capillaria muris-sylvatici* (Diesing, 1851). [2, с. 19]. Новое место обнаружения у полевки рыжей – Белорусское Полесье (Брестская область).

Anchotheca putorii (Rudolphi, 1819). Неучтенный в каталоге дефинитивный хозяин – куница каменная [4]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Aplectana praeputialis (Skrjabin, 1916). Новый (первый) и неучтенный в каталоге (второй) дефинитивные хозяева – квакша обыкновенная и жерлянка краснобрюхая [5]. Место обнаружения – Белорусское Полесье, заказник «Бугский».

Ascarops strongylina (Rudolphi, 1819). Новые (первый и второй) и неучтенные в каталоге (остальные) хозяева личиночной стадии – полевка рыжая, мышь полевая, лягушка прудовая [6], веретеница ломкая, ящерица прыткая, ящерица живородящая [7], медянка, уж обыкновенный, гадюка обыкновенная [8]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Aspicularis dinniki Schulz, 1927. Неучтенный в каталоге вид. Дефинитивные хозяева – полевка рыжая, полевка обыкновенная, полевка-экономка [9; 10]. Место обнаружения – Белорусское Полесье, заказник «Бугский» (здесь нематода указана под названием *Aspicularis* sp.).

Calodium hepaticum (Bancroft, 1893). Неучтенные в каталоге дефинитивные хозяева – полевка рыжая, полевка-экономка, полевка обыкновенная, полевка водяная, мышь полевая, мышь желтогорлая, мышь лесная [11; 12], белка обыкновенная [13]. Вид указан как *Hepaticola hepatica* (Bancroft, 1893) и *Capillaria hepatica* (Bancroft, 1893). Новые дефинитивные хозяева – бобр речной, полевка темная, ондатра, хомяк обыкновенный. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Calodium soricicola (Yokogawa in Nischigori, 1924). Новые дефинитивные хозяева – кутора обыкновенная и бурозубка малая. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Capillaria konstantini Romashov, 1999. Паразит мочевого пузыря только куторы обыкновенной [14; 15], а не бурозубки обыкновенной, как указано в каталоге [2, с. 18-19]. Вероятнее всего этот вид должен относиться к роду *Liniscus* Dujardin, 1845, куда относится паразит мочевого пузыря бурозубок – *Liniscus incrassatus* Diesing, 1851.

Carolinensis minutus (Dujardin, 1845). Новый дефинитивный хозяин – ондатра. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Contracaecum sp. Новая для Беларуси нематода, неопределенная до вида. Дефинитивный хозяин – баклан большой [16]. Место обнаружения – Брестская область. В Западной Украине у большого баклана найдены нематоды *Contracaecum rudolphii* Hartwich, 1964 и *C. travassosi* Gutierrez, 1943 [17].

Cosmocerca ornata (Dujardin, 1845). Неучтенные в каталоге дефинитивный хозяин – веретеница ломкая [7] и хозяева личиночной стадии – жерлянка краснобрюхая, квакша обыкновенная, лягушка прудовая и лягушка травяная [5; 6]. Место обнаружения – заказник «Бугский», Белорусское Полесье.

Crenosoma petrowi Morosov, 1939. Новое место обнаружения у куницы лесной – Белорусское Полесье (Брестская область).

Crenosoma striatum (Zeder, 1800). Неучтенный в каталоге дефинитивный хозяин – еж белогрудый [3]. Место обнаружения – заказник «Бугский».

Crenosoma vulpis (Rudolphi, 1819). Неучтенные в каталоге дефинитивные хозяева – выдра [18], куница каменная [4]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Desmidocercella sp. Новое место обнаружения личинок у окуня речного – Белорусское Полесье (озеро Олтушское в Малоритском районе).

Entomelas entomelas (Dujardin, 1845). Неучтенный в каталоге вид. Дефинитивный хозяин – веретеница ломкая [7; 19]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Eucoleus aerophilus (Creplin, 1839). Неучтенные в каталоге дефинитивные хозяева – еж белогрудый [3] и куница каменная [4]. Место обнаружения – заказник «Бугский», Белорусское Полесье.

Eucoleus oesophagicola (Softys, 1952). Новый дефинитивный хозяин – бурозубка малая. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Eustrongylides excisus Jägerskiöld, 1903. Новый для Беларуси вид. Личинки под названием *Eustrongylides* sp. найдены у травяной лягушки в заказнике «Бугский» [5].

Eustrongylides sp. Новая для Беларуси нематода, неопределенная до вида (возможно, относится к виду *E. excisus*). Дефинитивный хозяин – баклан большой [16]. Место обнаружения – Брестская область. В Западной Украине у большого баклана найдены нематоды *E. excisus* и *E. mergorum* (Rudolphi, 1809) [17].

Filaroides martis (Werner, 1782). Новый (первый) и неучтенный в каталоге (второй) дефинитивные хозяева – барсук и куница каменная [4]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Gongylonema neoplasticum (Fibiger et Ditlevsen, 1914). Новый дефинитивный хозяин – мышь полевая. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Hedruris androphora Nitzsch, 1821. Новый дефинитивный хозяин – жерлянка краснобрюхая. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Heligmosomoides laevis (Dujardin, 1845). Новый дефинитивный хозяин – полевка-экономка. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Heligmosomum costellatum (Dujardin, 1845). Новые дефинитивные хозяева – ондатра и полевка-экономка. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Litosoma filaria (Beneden, 1873). Неучтенный в каталоге вид. Дефинитивные хозяева – кожан двухцветный, кожан поздний, кожанок северный, ушан бурый, ушан серый [20; 21]. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Mastophorus muris (Gmelin, 1790). Новый (первый) и неучтенный в каталоге (второй) дефинитивные хозяева – хомяк обыкновенный и белка обыкновенная [13]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Metastrongylus apri (Gmelin, 1780). Синонимом является вид *Metastrongylus elongatus* (Dujardin, 1846) [22].

Molineus patens (Dujardin, 1845). Неучтенные в каталоге дефинитивные хозяева – лисица [23] и куница каменная [4]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Molinostrongylus alatus (Ortlepp, 1932). Неучтенный в каталоге дефинитивный хозяин – ночница Наттерера [20; 24]. Место обнаружения – Брестская область.

Nematodirus oiratianus Rajevskaja, 1929. Неучтенный в каталоге дефинитивный хозяин – олень благородный [25]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Onchocerca flexuosa (Wedl, 1856). Неучтенное в каталоге место обнаружения у оленя благородного – Белорусское Полесье (Брестская область) [25].

Oswaldocruzia filiformis (Goeze, 1782). Неучтенные в каталоге дефинитивные хозяева – квакша обыкновенная [5], веретеница ломкая, ящерица прыткая, ящерица живородящая [7] и уж обыкновенный [8]. Место обнаружения – заказник «Бугский», Белорусское Полесье.

Oxysomatium brevicaudatum (Zeder, 1800). Новый (первый) и неучтенные в каталоге (остальные) дефинитивные хозяева – чесночница обыкновенная, квакша обыкновенная [5], веретеница ломкая [7], уж обыкновенный [8]. Место обнаружения – Белорусское Полесье, заказник «Бугский».

Paraentomelas dujardini (Maupas, 1916). Неучтенный в каталоге вид. Дефинитивный хозяин – веретеница ломкая [7; 19]. Место обнаружения – Белорусское Полесье, Беловежская пуца (Брестская область).

Pearsonema mucronata (Molin, 1858). Вид также указан в каталоге под названием *Aonchotheca mucronata* (Molin, 1858) [2, с. 15]. Неучтенный в каталоге дефинитивный хозяин – куница каменная [4]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Pearsonema plica (Rudolphi, 1819). Вид также указан в каталоге под названием *Aonchotheca plica* (Rudolphi, 1819) [2, с. 16].

Physaloptera clausa (Rudolphi, 1819). Неучтенные в каталоге дефинитивный хозяин – еж белогрудый [3] и хозяин личиночной стадии – ящерица прыткая [5]. Место обнаружения – заказник «Бугский».

Physaloptera myotis (Babos, 1954). Неучтенный в каталоге вид. Хозяева личиночной стадии – кожанок северный, кожан поздний [20]. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Physocephalus sexalatus (Molin, 1860). Новый (первый) и неучтенные в каталоге (остальные) хозяева личиночной стадии – полевка рыжая, веретеница ломкая, ящерица прыткая, ящерица живородящая [7], медянка, уж обыкновенный [8]. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Porrocaecum depressum (Zeder, 1800). Новый хозяин личиночной стадии – кутора обыкновенная [26]. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Protostrongylus pulmonalis (Frölich, 1802). Неучтенный в каталоге вид. Дефинитивный хозяин – заяц-русак [27]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Pterothominx sadowskoi (Morosov, 1956). Новый (первый) и неучтенный в каталоге (второй) дефинитивные хозяева – хомяк обыкновенный и белка обыкновенная [13]. Место обнаружения – Брестская область.

Rhabdias bufonis (Schrank, 1788). Новый (первый) и неучтенный в каталоге (второй) дефинитивные хозяева – чесночница обыкновенная и жаба камышовая [28]. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Rhabdias fuscovenosa (Railliet, 1899). Неучтенный в каталоге дефинитивный хозяин – медянка [8]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Rictularia cristata Frölich, 1802. Синонимом является вид *Rictularia amurensis* Schulz, 1927 [22]. Неучтенные в каталоге дефинитивные хозяева – мышь полевая и мышь лесная [29]. Место обнаружения – Белорусское Полесье. Этот вид ошибочно был принят нами за вид *Rictularia proni* Seurat, 1915 [12; 29], который должен быть удален из каталога [2, с. 57].

Setaria cervi (Rudolphi, 1819). В каталоге [2, с. 53] ошибочно указан дефинитивным хозяином зубр европейский в Беловежской пуце, у которого паразитирует нематода *Setaria labiatopapillosa* (Alessandrini, 1838) [30]. Зубр должен быть удален в каталоге из списка хозяев нематоды *S. cervi*.

Skrijabingylus petrowi Vageanov, 1936. Неучтенные в каталоге дефинитивный хозяин – куница каменная и место обнаружения у куницы лесной – Белорусское Полесье [4].

Sobolevingylus petrowi Romanov, 1952. Новый (первый) и неучтенный в каталоге (второй) дефинитивные хозяева – куница каменная и хорек лесной [31]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Spirocerca lupi (Rudolphi, 1809). Неучтенные в каталоге хозяева личиночной стадии – ящерица прыткая [7], куница каменная, куница лесная [4], горностай, ласка [32], хорек лесной [31]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Stefanskostrongylus soricis (Sołtys, 1954). Дефинитивный хозяин – только бурозубка малая [33], а бурозубка обыкновенная должна быть удалена из каталога [2, с. 65].

Strongyloides martis Petrow, 1940. Неучтенные в каталоге дефинитивные хозяева – куница каменная [4], ласка [32]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Strongyloides rattii Sandground, 1925. Новый (первый) и неучтенные в каталоге (второй и третий) дефинитивные хозяева – мышь полевая, ондатра [34], полевка рыжая [11]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Strongyloides sp. Неучтенная в каталоге нематода, неопределенная до вида. Дефинитивные хозяева – лягушка остромордая, лягушка травяная [5]. Место обнаружения – заказник «Бугский».

Syngamus merulae Baylis, 1926. Новый дефинитивный хозяин – дрозд певчий. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Syphacia nigeriana Baylis, 1928. Неучтенный в каталоге дефинитивный хозяин – полевка-экономка [9]. Место обнаружения – заказник «Бугский». Нематода обнаружена также у этого хозяина в 2019 г. в Белорусском Полесье (Брестская область).

Syphacia stroma (Linstow, 1884). Новый дефинитивный хозяин – мышовка лесная. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Syphacia thompsoni Price, 1928. Неучтенный в каталоге вид. Дефинитивный хозяин – белка обыкновенная [35]. Вид был указан в Белорусском Полесье под названием *Syphacia* sp. [13].

Syphacia vandenbrueli Bernard, 1966. Неучтенное в каталоге место обнаружения у мыши-малютки – Белорусское Полесье [12].

Toxocara canis (Werner, 1782). Неучтенный в каталоге резервуарный хозяин – мышь полевая [36]. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Брестская область).

Toxocara cati (Schrank, 1788). Синонимом является вид *Toxocara mystax* (Zeder, 1800) [22].

Trichinella spiralis (Owen, 1835). Неучтенные в каталоге хозяева – выдра [18] и куница каменная [4]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Tricholinstowia talpae (Morgan, 1928). Неучтенное в каталоге место обнаружения у крота обыкновенного – Белорусское Полесье [37].

Trichuris muris (Schrank, 1788). Неучтенный в каталоге (первый) и новые (второй и третий) дефинитивные хозяева – полевка рыжая [9], ондатра и хомяк обыкновенный. Место обнаружения – заказник «Бугский», Брестская область.

Trichuris vulpis (Frölich, 1789). Неучтенные в каталоге дефинитивные хозяева – лисица [23] и енотовидная собака [38]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Акантоцефалы:

Acanthocephalus ranae (Schrank, 1788). Новый (первый) и неучтенные в каталоге (остальные) дефинитивные хозяева – квакша обыкновенная (заказник «Бугский»), жаба камышовая, жаба зеленая, чесночница обыкновенная, веретеница ломкая (Белорусское Полесье) [6; 7; 19; 28].

Centrorhynchus aluconis (Müller, 1780). Новый для Беларуси вид. Хозяин личиночной стадии – бурозубка малая [39]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Centrorhynchus ninnii (Stossich, 1891). Неучтенный в каталоге дефинитивный хозяин – куница лесная [4]. Место обнаружения – Белорусское Полесье. Обнаруженный В.Т. Шималовым у куницы лесной акантоцефал *Centrorhynchus* sp. [2, с. 11] относится к виду *C. ninnii*.

Macracanthorhynchus catulinus Kostylew, 1927. Неучтенные в каталоге дефинитивный хозяин – кошка домашняя [40] и хозяева личиночной стадии – барсук [41], горностай, ласка [32], хорек лесной [31]. Место обнаружения – Белорусское Полесье.

Moniliformis moniliformis (Bremser, 1811). Новый для Беларуси вид. Дефинитивный хозяин – мышь полевая [42]. Место обнаружения – Белорусское Полесье (Малоритский район).

Заключение

Содержащаяся в статье информация о 69 видах нематод и 5 видах акантоцефалов значительно дополняет современный каталог «Гельминты позвоночных животных и человека на территории Беларуси». Среди рассмотренных гельминтов 5 новых видов и 8 – неучтенных в каталоге, для 53 видов приведены новые и неучтенные в этом каталоге хозяева и места обнаружения в южной части Беларуси.

Статья посвящена памяти белорусского гельминтолога Шималова Василия Тимофеевича, ученика корифеев советской гельминтологии – профессора А.М. Петрова и академика К.И. Скрябина.

Список использованных источников

1. Меркушева, И.В. Гельминты домашних и диких животных Белоруссии / И.В. Меркушева, А.Ф. Бобкова. – Минск: Наука и техника, 1981. – 120 с.
2. Бычкова, Е.И. Гельминты позвоночных животных и человека на территории Беларуси: каталог / Е.И. Бычкова, Л.Н. Акимова, С.М. Дегтярик, М.М. Якович. – Минск: Беларуская навука, 2017. – 316 с.
3. Шималов, В.В. Гельминтофауна насекомыхных млекопитающих в ландшафтном заказнике «Бугский» (Беларусь) / В.В. Шималов // Веснік Брэсцкага ун-та. Сер. прыродазн. навук. – 2008. – № 1. – С. 99–105.
4. Shimalov, V.V. Helminth fauna of martens *Martes foina* and *M. martes* in the southern part of Belarus / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Abstracts of the 18th Inter. Conf. of the WAAVP, 26–30 Aug. 2001, Stresa, Italy. – Stresa, 2001. – P. 65.
5. Шималов, В.В. Гельминтофауна земноводных (Vertebrata, Amphibia) и пресмы-кающихся (Vertebrata, Reptilia) в ландшафтном заказнике «Бугский» (Беларусь) / В.В. Шималов // Веснік Брэсцкага ун-та. Сер. прыродазн. навук. – 2008. – № 2. – С. 84–91.
6. Шималов, В.В. Гельминтофауна амфибий (Vertebrata: Amphibia) в Республике Беларусь / В.В. Шималов // Паразитология. – 2009. – Т. 43. – Вып. 2. – С. 118–129.
7. Shimalov, V.V. Helminth fauna of lizards (Reptilia, Sauria) in the southern part of Belarus / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov, A.V. Shimalov // Parasitol. Res. – 2000. – Vol. 86. – № 4. – P. 343.
8. Shimalov, V.V. Helminth fauna of snakes (Reptilia, Serpentes) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitol. Res. – 2000. – Vol. 86. – № 4. – P. 340–341.
9. Шималов, В.В. Гельминтофауна мелких грызунов лесных и прибрежных экосистем заказника «Бугский» (Беларусь) с замечаниями по локализации, синонимии и дифференциальной диагностике некоторых гельминтов / В.В. Шималов // Веснік Брэсцкага ун-та. – 2003. – № 1. – С. 68–76.
10. Шималов, В.В. Гельминтозоонозы в Беларуси / В.В. Шималов // Здравоохранение. – 2007. – № 9. – С. 10–17.
11. Шималов, В.В. Гельминты, общие человеку и диким животным на освоенных землях Белорусского Полесья: Автореф. дис... канд. биол. наук / В.В. Шималов. – Минск, 1991. – 21 с.

12. Шималов, В.В. Гельминтофауна мелких грызунов (Mammalia: Rodentia) берегов каналов на мелиорированных территориях / В.В. Шималов // Паразитология. – 2002. – Т. 36. – Вып. 3. – С. 247–252.
13. Shimalov, V.V. Helminth fauna of the red squirrel (*Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitol. Res. – 2002. – Vol. 88. – № 11. – P. 1008.
14. Шималов, В.В. Гельминтофауна куторы обыкновенной (*Neomys fodiens*) в Беларуси / В.В. Шималов // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2015. – № 4. – С. 111–115.
15. Shimalov, V.V. Helminth parasites of the Eurasian water shrew (*Neomys fodiens* Pennant, 1771) in South-West Belarus / V.V. Shimalov // J. Parasitic Dis. – 2017. – Vol. 41. – Issue 2. – P. 602–604.
16. Shimalov, V. About helminth zoonoses, their causative agents and human health / V. Shimalov // J. Vet. Med. and Res. – 2018. – Vol. 5. – Issue 2: 1121. – P. 1–2.
17. Корнюшин, В.В. Большой баклан (*Phalacrocorax carbo* L.) как потенциальный источник распространения гельминтозов рыб, охотничье-промысловых и домашних птиц / В.В. Корнюшин // Бранта: сб. тр. Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2008. – Вып. 11. – С. 200–203.
18. Shimalov, V.V. Helminth fauna of otter (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov, A.V. Shimalov // Parasitol. Res. – 2000. – Vol. 86. – № 6. – P. 528.
19. Шималов В.В. Гельминтофауна рептилий в Республике Беларусь / В.В. Шималов // Паразитология. – 2010. – Т. 44. – Вып. 1. – С. 22–29.
20. Шималов, В.В. Гельминтофауна летучих мышей (Microchiroptera) в Республике Беларусь / В.В. Шималов, М.Г. Демянчик, В.Т. Демянчик // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2011. – № 3. – С. 104–110.
21. Shimalov, V.V. A study on the helminth fauna of the bats (Mammalia, Chiroptera: Vespertilionidae) in Belarus / V.V. Shimalov, M.G. Demyanchik, V.T. Demyanchik // Parasitol. Res. – 2002. – Vol. 88 – № 11. – P. 1011.
22. Anderson, R.C. Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission / R.C. Anderson. – Wallingford: CABI Publishing, 2000. – 650 pp.
23. Shimalov, V.V. Helminth fauna of the red fox (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) in southern Belarus / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitol. Res. – 2003. – Vol. 89. – № 1. – P. 77–78.
24. Shimalov, V.V. A study on the helminth fauna of the bats in West Polesie (Belarus) / V.V. Shimalov, M. Demyanchik, V. Demyanchik // Nietoperze. – 2002. – Vol. 3. – № 2. – P. 283–287.
25. Shimalov, V.V. Helminth fauna of cervids in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitol. Res. – 2003. – Vol. 89. – № 1. – P. 75–76.
26. Шималов, В.В. Мониторинг гельминтофауны землеройковых млекопитающих, населяющих берега мелиоративных каналов на выгонах Белорусского Полесья / В.В. Шималов // Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века: материалы 19-й междунар. науч. конф., 23–24 мая 2019 г., г. Минск. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – Ч. 2. – С. 218–222.
27. Shimalov, V.V. Helminth fauna of the hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) in the southern part of Belarus / V.V. Shimalov // Parasitol. Res. – 2001. – Vol. 87. – № 1. – P. 85.
28. Shimalov, V.V. Helminth fauna of toads in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitol. Res. – 2001. – Vol. 87. – № 1. – P. 84.
29. Шималов, В.В. Мониторинг гельминтофауны мелких грызунов берегов мелиоративных каналов Белорусского Полесья / В.В. Шималов // Паразитология. – 2013. – Т. 47. – Вып. 1. – С. 38–46.
30. Шималов, В.В. Сетариоз животных в Беларуси, его медицинское значение и некоторые аспекты других филяриатозов, передающихся кровососущими насекомыми / В.В. Шималов, В.Т. Шималов // Достижения и перспективы развития современной паразитологии: Тр. V Республ. науч.-практич. конф. / Редкол.: О.-Я. Л. Бекиш [и др.]. – Витебск: ВГМУ, 2006. – С. 294–298.
31. Shimalov, V.V. Helminth fauna of the European polecat (*Mustela putorius* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitol. Res. – 2002. – Vol. 88. – № 3. – P. 259–260.
32. Shimalov, V.V. Helminth fauna of the stoat (*Mustela erminea* Linnaeus, 1758) and the weasel (*M. nivalis* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitol. Res. – 2001. – Vol. 87 – № 8. – P. 680–681.
33. Шималов, В.В. Гельминтофауна насекомоядных млекопитающих (Mammalia: Insectivora) берегов каналов на мелиорированных территориях / В.В. Шималов // Паразитология. – 2007. – Вып. 3. – С. 201–205.
34. Шималов, В.Т. Гельминты ондатры Белоруссии / В.Т. Шималов, В.В. Шималов // Биология и таксономия гельминтов животных и человека: Материалы науч. конф. ВОГ. – М., 1984. – Вып. 34. – С. 78–82.
35. Shimalov, V.V. New data about the helminth fauna of the red squirrel (*Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov // J. Parasitic Dis. – 2016. – Vol. 40. – Issue 4. – P. 1620–1622.
36. Шималов, В.В. Аскариды хищных млекопитающих Беларуси, имеющие медицинское значение / В.В. Шималов, В.Т. Шималов // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2001. – №3. – С. 46–49.
37. Shimalov, V.V. Helminth fauna of the European mole (*Talpa europaea* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitol. Res. – 2001. – Vol. 87. – № 9. – P. 790–791.

38. Shimalov, V.V. Helminth fauna of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // *Parasitol. Res.* – 2002. – Vol. 88. – № 10. – P. 944–945.
39. Шималов, В.В. Мониторинг гельминтофауны землеройковых млекопитающих, населяющих берега мелиоративных каналов в смешанных лесах Белорусского Полесья / В.В. Шималов // *Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века: материалы 17-й междунар. науч. конф., 18–19 мая 2017 г., г. Минск.* – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – Ч. 2. – С. 59–60.
40. Субботин, А.М. Гельминтофауна кошачьих (Felidae) в Республике Беларусь / А.М. Субботин, В.В. Шималов // *Вучоныя запіскі Брэсцкага дзяржаўнага ун-та імя А.С. Пушкіна: зб. навук. прац.* – Брэст: БрДУ, 2008. – Т. 4. – С. 56–65.
41. Шималов, В.В. Барсук и его гельминтофауна в Белорусском Полесье / В.В. Шималов, В.Т. Шималов // *Тез. докл. VI с-да Териологич. о-ва, 13–16 апр. 1999 г., г. Москва.* – М., 1999. – С. 282.
42. Shimalov V.V. The first finding of *Moniliformis moniliformis* (Acanthocephala, Moniliformidae) in Belarus / V.V. Shimalov // *J. Parasitic Dis.* – 2018. – Vol. 42. – Issue 2. – P. 327–328.

ADDITION AND ANALYSIS OF DATA ABOUT NEMATODES AND ACANTHOCEPHALANS OF BELARUS V.V. SHIMALOV

The modern catalogue «Helminths of vertebrate animals and man in Belarus» has been supplemented with new and unaccounted data on the species of nematodes and acanthocephalans, hosts and places of occurrence of these helminths in southern part of Belarus. Synonymy and diagnostics of some helminths found in vertebrate animals are receiving attention. 69 species of nematodes and five species of acanthocephalans were considered.

УДК 628.3:621.3

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПРОТИВОДЕЙСТВИЕМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В.Н. Штепа, А.Б. Шикунец

Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь

Рассмотрено состояние функционирующих в Республике Беларусь очистных сооружений с оценкой способности их противодействовать чрезвычайным ситуациям. Предложено штатно функционирующую систему безопасного водопользования, технологически интегрирующую разные способы обработки многокомпонентных водных растворов (AOPs, коагуляция, флокуляция), использовать в схемах превентивного противодействия чрезвычайным ситуациям с минимизацией антропогенного воздействия на геозкосистемы.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, передовые окислительные технологии, синергетический эффект

Введение

Согласно Указу Президента Республики Беларусь «О мерах по повышению эффективности работы жилищно-коммунального хозяйства», основными показателями эффективности работы водно-канализационного хозяйства (ВКХ) являются: обеспечение соблюдения нормативов государственных социальных стандартов по обслуживанию населения в области ВКХ и повышение качества оказываемых жилищно-коммунальных услуг; снижение затрат при оказании жилищно-коммунальных услуг населению в сопоставимых условиях; снижение потребления топливно-энергетических ресурсов.

Согласно «Водной стратегии Республики Беларусь», требуют решения проблемы очистки промышленных сточных вод, обработки и утилизации их осадков. Ситуация усугубляется тем, что более 80 % проектов очистных сооружений (ОС) разработано по технологиям 1970 – 1980-х гг. ОС значительной части предприятий имеют большой физический износ, требуют реконструкции и перехода на новые более эффективные технологии. При этом согласно основным положениям «Концепции Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года», а именно пункта «7.1 Обеспечение экологически безопасной среды проживания», важным критерием является обеспечение нулевого сброса недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты.

Вместе с тем, на данный момент рассматриваются вопросы экологической безопасности функционирования предприятий, главным образом, в разрезе штатных (обычных) ситуаций [1]. Такой вариант действий не оправдывает себя, поскольку на сырьё и технологические процессы могут воздействовать неизвестные (неучтенные) факторы негативного характера с дальнейшим переносом загрязнителей в геозкосистемы и созданием чрезвычайных ситуаций (ЧС) уже техногенного происхождения.

Цель работы – обоснование схемы и подходов интеграции различных технологий при очистке многокомпонентных водных растворов с противодействием чрезвычайным ситуациям техногенного происхождения.

Результаты исследований

Существующая концепция противодействия чрезвычайным ситуациям, например, на агропредприятиях, не предусматривает превентивного предотвращения антропогенного загрязнения окружающей среды (рисунок 1).

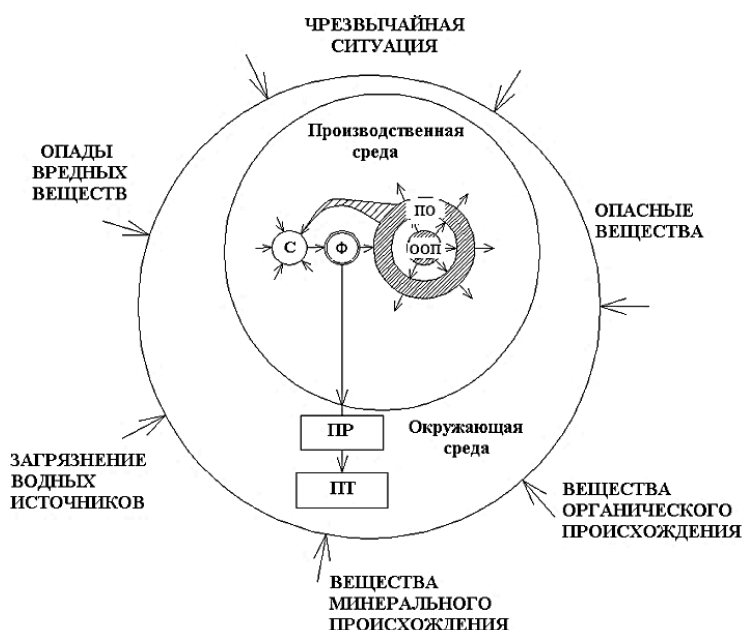


Рисунок 1 – Традиционная схема использования органических веществ в производственном цикле агропредприятий: С – сырьё, Ф – ферма, ПР – продукция, ПТ – потребитель, ООП – органические отходы производства, ПО – переработка отходов

При традиционном подходе к ликвидации последствий природных и техногенных катастроф специализированные технические средства подключают только на время существования последних с целью устранения их прямого действия [2] (рисунок 2).

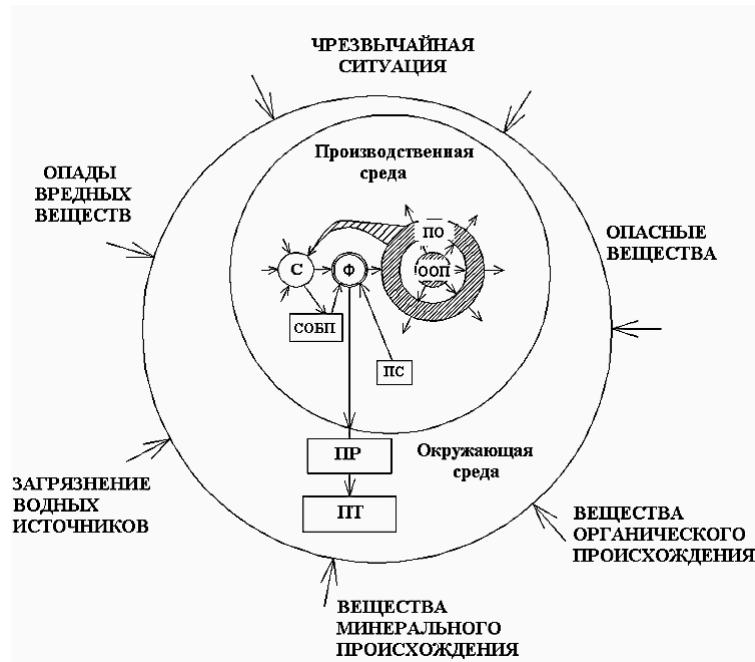


Рисунок 2 – Традиционная схема использования органических веществ в производственном цикле агропредприятий при чрезвычайных ситуациях: СОБП – система обеспечения безопасного производства, ПС – привозное сырьё

В тоже время, в таких ситуациях предприятия ориентируются на привозное сырьё, поскольку собственная сырьевая база может быть загрязнена. Ещё одним недостатком такой схемы (см. рисунок 2) является временной промежуток, который необходим на подключение СОБП, что может привести к безвозвратной остановке некоторых технологических линий и (или) попаданию в окружающую среду вредных веществ, в том числе токсичных, с опасностью возникновения техногенных катастроф.

При этом, например, фактически не существует технологических процессов в производстве пищевой продукции без применения воды (более 80 % объектов подключены к центральному водоснабжению) [3]. Соответственно, в результате таких ЧС возможны залповые сбросы, в том числе высокотоксичных загрязнителей, в водные объекты или в канализационные сети с дальнейшей их транспортировкой на коммунальные очистные сооружения. В подобной ситуации обычный процесс биологической очистки с применением активного ила (АИ) на ОС может демонстрировать низкую эффективность удаления ряда токсических веществ и биогенов, более того сами токсины вызывают гибель ИА. Вместе с тем, среди методов обработки загрязнённых водных растворов отдельным современным и динамично развивающимся направлением выделяются Advanced oxidation process (AOPs) (Stasinakis, 2019), к которым относятся ряд передовых технологических решений: гомогенные и гетерогенные фотокаталитические процессы, озонирование, варианты процесса Фентона, ультразвуковая обработка, плазменные процессы, ферратная и персульфатная технологии, использование ионизирующего излучения и микроволновой обработки.

Отдельно необходимо выделить использование таких сильных окислителей, как ферраты (VI), которые относятся к одному из наиболее мощных существующих окислителей. Благодаря своему действию, они разлагают целый ряд токсичных химических веществ с образованием малотоксичных продуктов, а также благодаря дезинфицирующему действию, вызывают гибель опасных микроорганизмов.

Однако, необходимо отметить, что даже используемые AOPs-технологии являются интеграцией двух и более окислительных процессов. Именно поэтому проблематику очистки сточных вод необходимо рассматривать в комплексе, сочетая различные технологические решения с комбинацией методов очистки для достижения экологической безопасности окружающей среды.

Вместе с тем создание качественных систем очистки возможно только при реализации ряда этапов – невозможно создать промышленную систему только по каталогу оборудования. Такая ситуация вызвана тем, что не бывает двух одинаковых объектов – каждый имеет свою специфику: качество входной воды; параметры технологических процессов, которые используют воду; характеристики оборудования.

Алгоритм создания комбинированных систем очистки имеет следующий вид:

- оценка качества не только воды, но и эффективности её использования в технологических процессах – технологический водный паспорт;
- разработка мероприятий повышения ресурсо- и энергоэффективности водопользования и водоотведения;
- расчёт и проектирование оборудования под конкретного заказчика, с созданием оборудования малой производительности для демонстрации заказчику;
- установка, запуск и наладка.

Из опыта выполняемых работ три первых пункта уменьшат стоимость установки систем очистки (водоподготовки) как минимум на 20–30 % [3].

Вместе с тем системы безопасного водопользования [4] – оборудование нового поколения способны работать в условиях изменения климата (продуктивность: 10 – 30 000 м³/сутки). Характеристики СБВ: способ очистки – объединение ионообменного, электродиализного, электрохимического методов при их гидромеханической интенсификации; потребляемая мощность – затраты электроэнергии на технологические процессы составляют 40–80 % от энергопотребления насосного оборудования на перекачку соответствующего объёма сточных вод; на выходе с установки – вода согласно требований заказчиков и переработанный фильтрат (класс – строительные отходы).

Основные преимущества использования СБВ над аналогами [4]:

1. Безреагентная очистка (расходный материал – низкоуглеродистая металлическая стружка Ст. 3), не используются сменные элементы.
2. В системе (фактически в одном реакторе) одновременно синергетически происходят следующие процессы:
 - “in situ” (по месту) синтезируется перечень мощных окислителей (включая один из самых сильных окислителей – феррат-соединения с потенциалом восстановления выше 2,0 В);
 - “in situ” генерируется коагулянт – гидроксид железа (III);
 - “in situ” выполняется интенсификация действия флокулянтов за счёт ряда факторов, например, подщелачивания воды.
3. СБВ способна в широком диапазоне сглаживать негативное воздействие залповых поступлений загрязнителей, не зависит от долговременных остановок – время на запуск после долговременной остановки не более 4–5 часов.

Кроме того, СБВ может интегрироваться в существующие схемы очистных сооружений (рисунок 3).

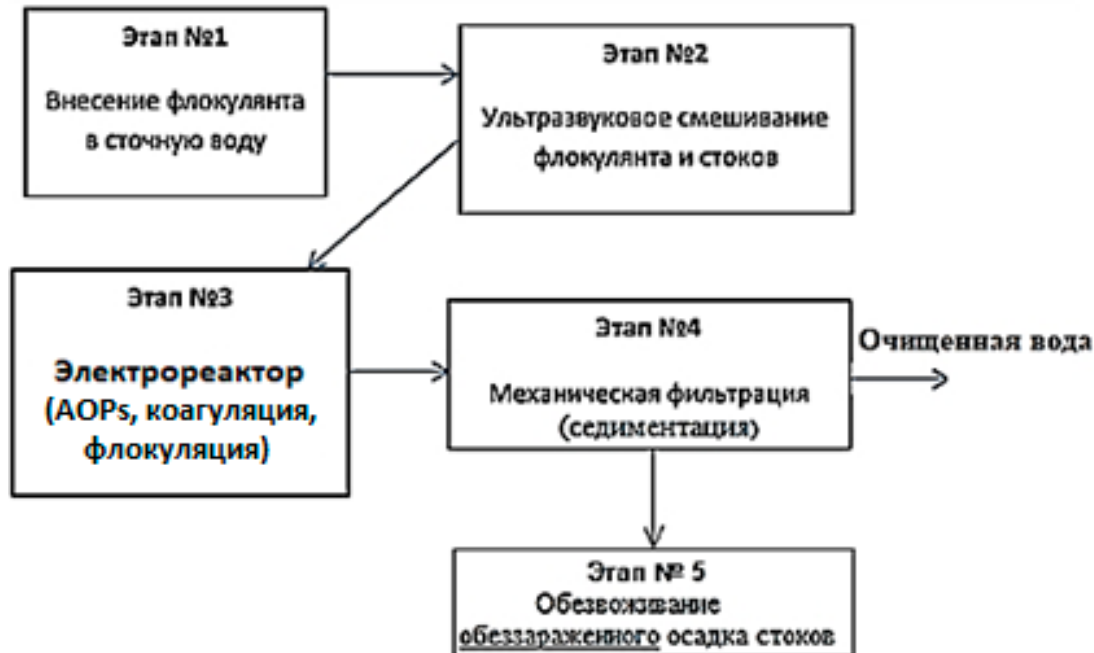


Рисунок 3 – Вариант включения СБВ в существующие схемы очистных сооружений

Вместе с тем, при использовании СБВ в качестве технологического решения для переработки отходов ПО (рисунок 2) можно предложить схему (рисунок 4), которая обеспечивает надёжное и эффективное функционирование технологических узлов в штатном режиме. В случае же непредвиденных (чрезвычайных) ситуаций переключение на штатный режим произойдёт в минимальные временные интервалы.

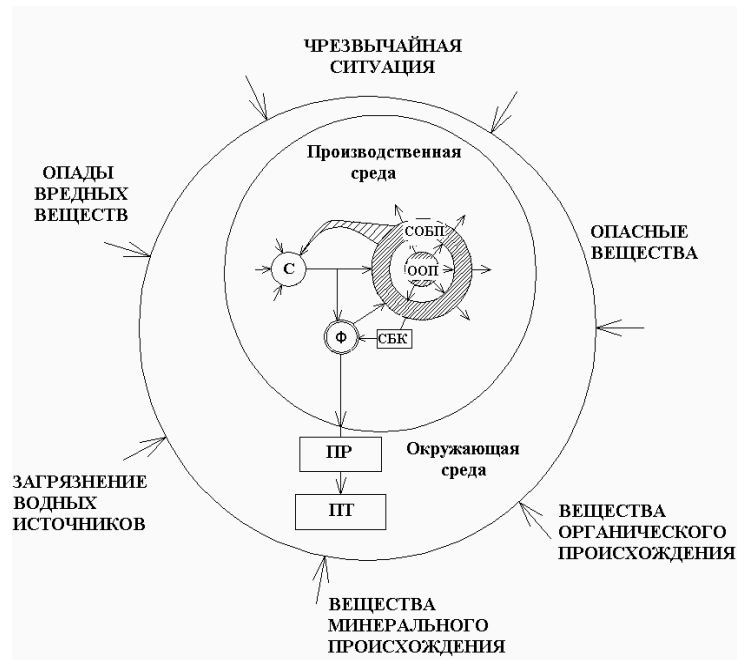


Рисунок 4 – Схема переработки органических веществ в производственном цикле агропредприятий при использовании в штатном режиме технологии СОБП: СБК – сырьё безопасного качества

Заключение

Основное преимущество предложенной инновационной технологии очистки многокомпонентных водных растворов с противодействием чрезвычайным ситуациям техногенного происхождения над современными аналогами, в том числе зарубежными: обеспечение постоянной готовности предприятия к действию в чрезвычайной ситуации техногенного или природного происхождения. Причем особенность ежедневной работы оборудования СБВ заключается в его лучшей ресурс- и энергоэффективности по сравнению со штатным, не способным противодействовать чрезвычайным ситуациям, что обусловлено синергией процессов (AOPs, коагуляция, флокуляция) обработки многокомпонентных водных растворов.

Список использованных источников

1. Мазоренко, Д.І. Інженерна екологія сільськогосподарського виробництва / Д.І. Мазоренко, В.Г. Цапко, Ф.І. Гончаров. – К.: Знання, 2006 – 376 с.
2. Штепа, В.Н. Концепція управління обладнанням водоочистки з урахування домінуючого забруднювача / В.Н. Штепа, А.П. Левчук // Агропанорама: науково-технічний журнал. – 2018. – № 5. – С. 33–38.
3. Штепа, В.М. Обґрунтування та розробка критерію енергоефективності функціонування електротехнологічних систем водопідготовки / В.М. Штепа, Ф.І. Гончаров, М.А. Сирватка // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК: збірник наукових праць. – Київ: НУБіПУ, 2011. – Вип. 161. – С. 187–193.
4. Штепа, В.М. Обґрунтування робочої міри ефективності електротехнологічної водоочистки / В.М. Штепа // Енергетика і автоматика: науковий журнал. – 2018. – № 4. – С. 99–111. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/view/11558>. – Дата звернення: 27.05.2022.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THE PURIFICATION OF MULTICOMPONENT WATER SOLUTIONS WITH COUNTERACTION TO EMERGENCY SITUATIONS OF MAN-MADE ORIGIN V.N. SHTEPA, A.B. SHYKUNETS

The state of the treatment facilities operating in the Republic of Belarus is considered with an assessment of the ability of existing system solutions to counteract emergency situations. A regularly functioning system of safe water use, technologically integrating various methods of processing multicomponent aqueous solutions (AOPs, coagulation, flocculation), is proposed to be used in schemes for preventive response to emergency situations with minimization of anthropogenic impact on geoecosystems.

Навуковае выданне

**ПРЫРОДНАЕ АСЯРОДДЗЕ ПАЛЕССЯ
асаблівасці і перспектывы развіцця**

Зборнік навуковых прац
X Міжнароднай навуковай канферэнцыі
«Прыроднае асяроддзе Палесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсакарыстання»

Заснаваны ў 2008 годзе

Выпуск 14

Адказы за выпуск А.А. Брыль
Тэхнічны рэдактар А.С. Сахранава

Падпісана да друку 02.09.2022.
Фармат 60×84¹/₈. Папера афсетная.
Рызаграфія. Ум. друк арк. 21,86. Ул.-выд. арк. 9,8.
Тыраж 50. Заказ 4571.

Заснавальнік: Дзяржаўная навуковая ўстанова
«Палескі аграрна-экалагічны інстытут Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Адрас рэдакцыі: 224030 г. Брэст, вул. Савецкіх Пагранічнікаў, 41
Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі
тэл/факс (0162) 25-80-05
e-mail: info@paei.by

Выдавец і паліграфічнае выкананне:
прыватнае вытворча-гандлёвае ўнітарнае прадпрыемства
«Издательство Альтернатива».
Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў
№ 1/193 ад 19.02.2014.
№ 2/47 ад 20.02.2014.
Пр-т Машэрава, 75/1, к. 312, 224013, Брэст.