



НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ



ПАЛЕСКІ АГРАРНА-ЭКАЛАГІЧНЫ ІНСТЫТУТ

ПРЫРОДНАЕ АСЯРОДДЗЕ ПАЛЕССЯ

Зборнік навуковых прац

Заснаваны ў 2008 годзе

Выпуск 10

Мінск

«Беларуская навука»

2017

УДК [502/504+574](476-13)(082)

Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: зб. навук. прац / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі; рэдкал. М.В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : Беларус. навука, 2017. – Вып. 10. –с.

У зборніку навуковых прац змешчаны матэрыялы па актуальных праблемах Палесся: захаванне ландшафтнай і біялагічнай разнастайнасці ва ўмовах антрапагеннай трансфармацыі асяроддзя, рацыянальнае выкарыстанне зямельных (глебавых) і водных рэсурсаў рэгіёна, экалагасумяшчальныя тэхналогіі ў раслінаводстве і выкарыстанні адходаў.

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

Рэдакцыйная калегія:

М.В. Міхальчук – галоўны рэдактар

А.Г. Арцямук, М.А. Багдасараў, В.М. Босак, А.А. Волчак, С.Я. Галаваты, В.Т. Дзямянчык,
І.І. Кірвель, В.Н. Кісялёў, К.К. Красоўскі, І.І. Ліштван, Ул.Ф. Логінаў, П.С. Лопух,
А.С. Меяроўскі, А.Д. Панько, Т.А. Раманава, В.С. Хомич, Л.С. Цвірко, А.В. Сарока,
В.А. Галуц – адказны сакратар

© Полесский аграрно-
экологический институт
НАН Беларуси, 2017
© Оформление.
«Беларуская навука», 2017

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЕЙ ВОДЫ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА БАЛКАШ

А.А. Волчек*, **С.И. Парфомук****

*Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь, *volchak@tut.by*

**Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь

Средние годовые значения уровней воды в озере Балкаш с 1879 по 2010 гг. разложены на 3 составляющие: полиномиальную регрессию 7-го порядка, периодическую составляющую синусоидального характера и остаточную последовательность независимых случайных величин. С их применением проведено моделирование траектории колебаний уровня озера Балкаш. Смоделированная траектория длиной 200 значений продемонстрировала низкую вероятность снижения уровня воды в озере ниже 341 м над уровнем моря, равную 1.5 %.

Введение

Особенностью природных водных ресурсов в современных условиях является то, что вода участвует не только в естественном, но и в антропогенном круговороте, а это может оказать существенное влияние на установившееся в природной среде экологическое равновесие [8].

В настоящее время Казахстан начинает испытывать нехватку водных ресурсов и по прогнозам к 2040 году может столкнуться с существенным дефицитом водных ресурсов в объеме 50% от потребности. Как было отмечено в Государственной программе управления водными ресурсами Казахстана на 2014-2020 гг., крайне важно укреплять принципы и практики интегрированного управления водными ресурсами [5].

Балкаш-Алакольский бассейн (рисунок 1) является одним из крупнейших озерных экосистем планеты и представляет собой уникальный природный комплекс, по площади превышающий размеры многих государств [13]. В бассейне проживает пятая часть населения Казахстана, половину которой составляют сельские жители. Бассейн занимает обширную территорию на юго-востоке Казахстана и Китая, его площадь составляет 450 тыс. км². В казахстанскую часть Балкашского бассейна попадает территория Алматинской области, Мобинкумского, Кордайского и Шуского районов Жамбылской области, Актогайского, Шетского и Каркаралинского районов, городов Приозерск, Балкаш Карагандинской области, Урджарского, Аягоского районов Восточно-Казахстанской области, а также северо-западная часть Синьцзян-Уйгурского автономного района Китая. В бассейне расположен крупный мегаполис – город Алматы. Озеро Балкаш является третьим по величине в Казахстане бессточным водоемом. Котловина озера вытянута и расчленена. Сужением котловины и подводным порогом озеро делится на Западную и Восточную части, соединенные узким проливом Узунарал (шириной до 1970 г. около 12 км, а в настоящее время – около 3,5-4 км). В Западном Балкаше вода слабо солоноватая, а в восточной части – соленая, с высоким уровнем минерализации [3].

Основным потребителем водных ресурсов в Казахстане, как и в других странах Центрально-Азиатского региона, является орошение, на долю которого приходится свыше 90% всего потенциала поверхностного стока. На орошаемых землях широко распространен ручной способ полива воды по полосам и бороздам, не всегда соблюдаются севообороты, нормы и режим поливов. Особенно велик водозабор на выращивание риса. Например, на Акдалинском орошаемом массиве фактический водозабор достигал в среднем 70 тыс. м³/га. Применение прогрессивных методов полива (дождевание, капельное и почвенное орошение) затрудняется неправильной формой и мелкоконтурностью участков, плохой спланированностью поверхности [9].



Рисунок 1 – Балкаш-Алакольский бассейн

При этом главными факторами негативного воздействия на водные ресурсы являются нерациональное использование воды, а также загрязнение и разрушение экосистем бассейна. Для решения проблем необходимо совершенствовать систему управления водными ресурсами и принимать совместные решения по оптимизации водопользования в регионе. Помимо этого, в мировой практике особенно остро ставятся вопросы о трансграничном переносе загрязняющих веществ по речным системам, как в свете оценки роли отдельных регионов и водопользователей в загрязнении трансграничных рек, так и в смысле общих вопросов урегулирования межгосударственных интересов и проблем в области использования и охраны поверхностных вод [4].

В настоящее время основными проблемами двухсторонних отношений Республики Казахстан и Китайской Народной Республики в плане совместного использования водных ресурсов является вопрос увеличения водозаборов на территории КНР из трансграничных рек Или и Иртыша [12]. Река Или является крупнейшей водной артерией озера Балкаш и обеспечивает около 80% притока свежих речных вод, благодаря чему уровень озера находился в экологически устойчивом состоянии и предотвращал процессы опустынивания в этом регионе Центральной Азии. Однако дальнейший, постоянно увеличивающийся водозабор китайской стороной и ухудшение качества воды в реке может привести к экологической катастрофе в Балкаш-Алакольском бассейне. В связи с этим вопросы, связанные с рациональным использованием земельных и водных ресурсов, защиты подземных и поверхностных вод от истощения и загрязнения являются весьма актуальными [2].

Целью настоящей работы является моделирование возможных колебаний средних годовых уровней воды озера Балкаш.

Методика и объекты исследования

Если рассматривать колебания уровня озера в плоскости (приращение уровня), то исключается явная зависимость колебаний уровня от времени, т. к. исходные данные на плоскости представляются множеством точек [6]. Для этого множества точек можно построить выборочную регрессию, показывающую меру разброса экспериментальных точек вокруг некоторой функции $g(x)$, называемой регрессией. Чаще всего мера разброса для непрерывной на заданном отрезке функции $g(x)$ определяется формулой

$$Q(g) = \sum_{j=1}^n (y_j - g(x_j))^2, \quad (1)$$

где y_j – ордината; x_j – абсцисса экспериментальных наблюдений.

Теорема Вейерштрасса гласит, что любая непрерывная на конечном отрезке функция может быть приближена алгебраическим полиномом с любой заданной точностью, поэтому ее можно применять для анализа колебаний уровня воды с применением параметрической модели вида [6]:

$$\Delta H = \Phi(H) + \gamma(t), \quad (2)$$

где H – уровень водоема; ΔH – его приращения; $\gamma(t)$ – случайная возмущающая сила; $\Phi(H)$ – алгебраический полином, называемый автономной (не зависящей от времени) регрессией.

В автономное уравнение или систему автономных уравнений явно не входит независимая переменная (время), что означает, что закон изменения неизвестных функций, описываемых автономным уравнением или системой автономных уравнений, не меняется с течением времени [10]. Поэтому, полученное решение этого уравнения дает возможность проводить моделирование уровня воды за пределами рассматриваемого отрезка времени.

Для проведения расчетов и последующего моделирования исходные данные наблюдений нормируются с помощью преобразования:

$$Z(t) = \frac{2H(t) - H_{\max} - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}}, \quad (3)$$

где $Z(t)$ – нормированная величина уровня водоема; $H(t)$ – исходный уровень в момент времени $t = 1, \dots, N$; $H_{\max} = \max_{1 \leq t \leq N} H(t)$ – максимальный уровень; $H_{\min} = \min_{1 \leq t \leq N} H(t)$ – минимальный уровень водоема.

Метод построения параметрической регрессии основан на использовании следующей линейной относительно параметров дифференциально-разностной модели [1]:

$$Z(t+1) - Z(t) = \Phi(Z(t)) + \gamma^{(k)}(t), \quad (4)$$

где $\gamma^{(k)}(t)$ – остаточная последовательность модели регрессии порядка k , а $\Phi(Z(t))$ определяется из соотношения:

$$\Phi(Z(t)) = \sum_{i=0}^k a_i Z^i(t).$$

Будем предполагать, что эта последовательность имеет постоянное математическое ожидание и дисперсию, а ее значения некоррелированы. Оценки параметров a_i определяются из условия минимума функции Q методом наименьших квадратов:

$$Q(a_0, a_1, \dots, a_k) = \sum_{t=1}^{N-1} \left[Z(t+1) - Z(t) - \sum_{i=0}^k a_i Z^i(t) \right]^2, \quad (5)$$

где k – степень полинома; N – число статистических данных наблюдений.

Функция $Q(a_0, a_1, \dots, a_k)$ достигает минимума в точках, где производные по соответствующим переменным обращаются в ноль. Полученные уравнения являются линейными относительно параметров и решаются обычным способом. Степень полинома

k выбирается при условии стабилизации суммы квадратов остаточной последовательности.

При решении уравнения $\Phi(Z(t)) = 0$ получают равновесные положения уровня для нормированных данных, а соответствующие им равновесные абсолютные положения уровня при рассмотрении производной в полученных точках означают устойчивое (знак “-”) или неустойчивое (знак “+”) состояние [10]. Для наглядности движения идеальной точки под действием случайной вынуждающей силы рассматривают потенциал

$$U(H) = -\int \Phi(H) dH. \quad (7)$$

Минимумы потенциала соответствуют устойчивым состояниям равновесия, а максимумы – неустойчивым.

Для моделирования траектории исследуется остаточная последовательность. Если исследуемая функция $Y(t)$ есть сумма периодической функции $f_p(t)$ с периодом P_0 и шума $\varepsilon(t)$, то при наложении отрезков ряда Y_k длиной P_0 друг на друга выявляется вид периодической функции $f_p(t)$. Для этого необходимо свернуть временной ряд с периодом P_0 и рассмотреть фазовую диаграмму этого периода. Фазовая диаграмма представляет собой зависимость Y_k от X_k , где абсцисса X_k определяется следующим выражением [11]:

$$X_k = fr\left(\frac{t_k - t_*}{P_0}\right), k = 1, \dots, N, \quad (8)$$

где $fr(z)$ – дробная часть числа z ; t_k – моменты времени наблюдений; t_* – произвольно выбранный момент времени.

Результаты и их обсуждение

В основу исследования положены материалы наблюдений за средними годовыми значениями уровней воды в озере Балкаш с 1879 по 2010 гг. Для проведения анализа имеющегося ряда данных наблюдений построен график колебаний уровня воды озера Балкаш на исследуемом интервале на высоте 340 м над уровнем моря, изображенный на рисунке 2.

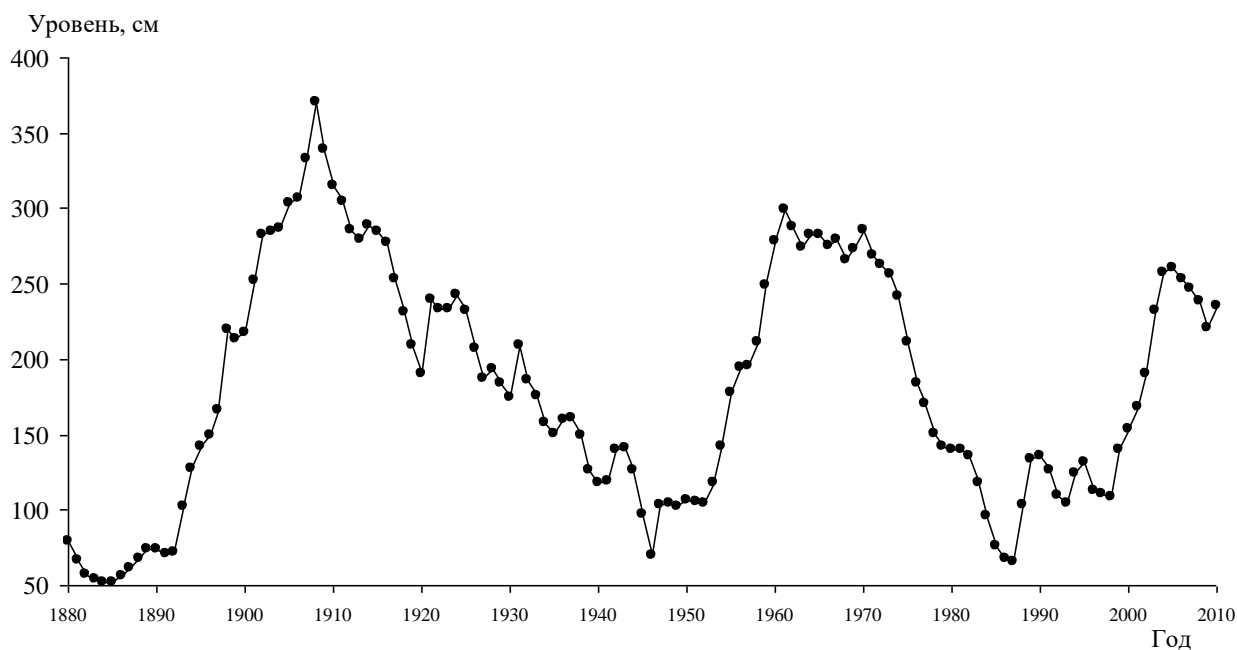


Рисунок 2 – Колебания уровня озера Балкаш, 1879–2010 гг.

Для моделирования колебаний уровня во избежание ошибок при округлении в вычисления исходные данные были нормированы с помощью преобразования (3). При использовании для нормированных данных модели (4)–(5) были рассчитаны суммы квадратов остаточной последовательности $\gamma^{(k)}(t)$ для степени полинома k , равной числам от 3 до 9 включительно. Полученные результаты свидетельствуют о стабилизации остаточной суммы квадратов нормированных данных при $k = 7$, поэтому дальнейшего увеличения порядка регрессии не требуется (рисунок 3).

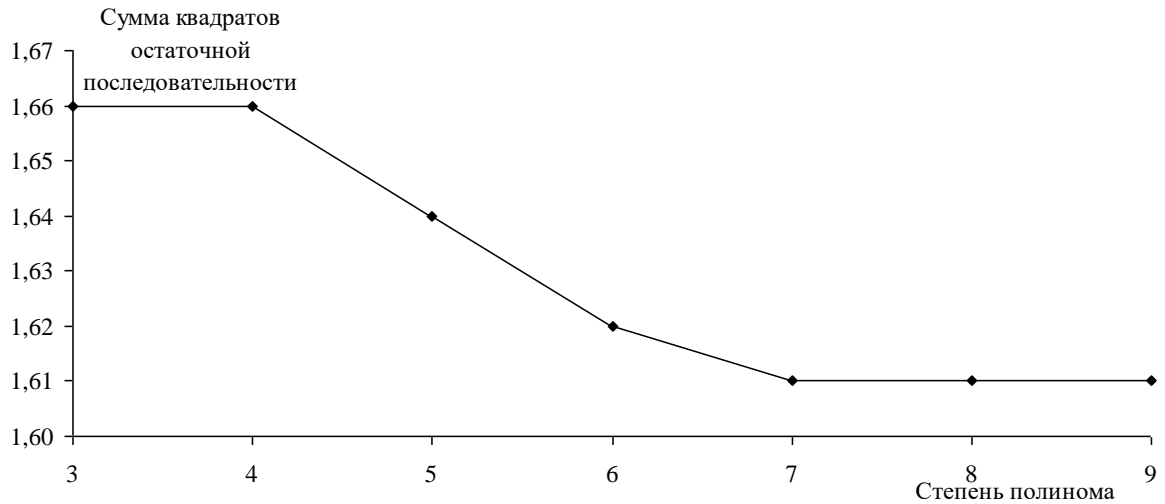


Рисунок 3 – Зависимость суммы квадратов остаточной последовательности от степени полинома

Далее методом наименьших квадратов была рассчитана функция $\Phi(Z(t))$, описывающая колебания нормированных данных наблюдений и представленная в виде полиномиальной регрессии 7-й степени:

$$\Phi(Z(t)) = 0.6751Z^7(t) - 0.6185Z^6(t) - 1.5607Z^5(t) + 0.6909Z^4(t) + 0.9412Z^3(t) - 0.1869Z^2(t) - 0.1588Z(t) + 0.0147. \quad (9)$$

Равновесные положения уровня являются корнями уравнения $\Phi(Z(t)) = 0$ и принимают для нормированных данных значения $Z_1 = 0.088$, $Z_2 = 0.522$, что соответствует двум значениям уровня $H_1 = 225.461$ см, $H_2 = 294.806$ см, являющихся положениями равновесия (рисунок 4).

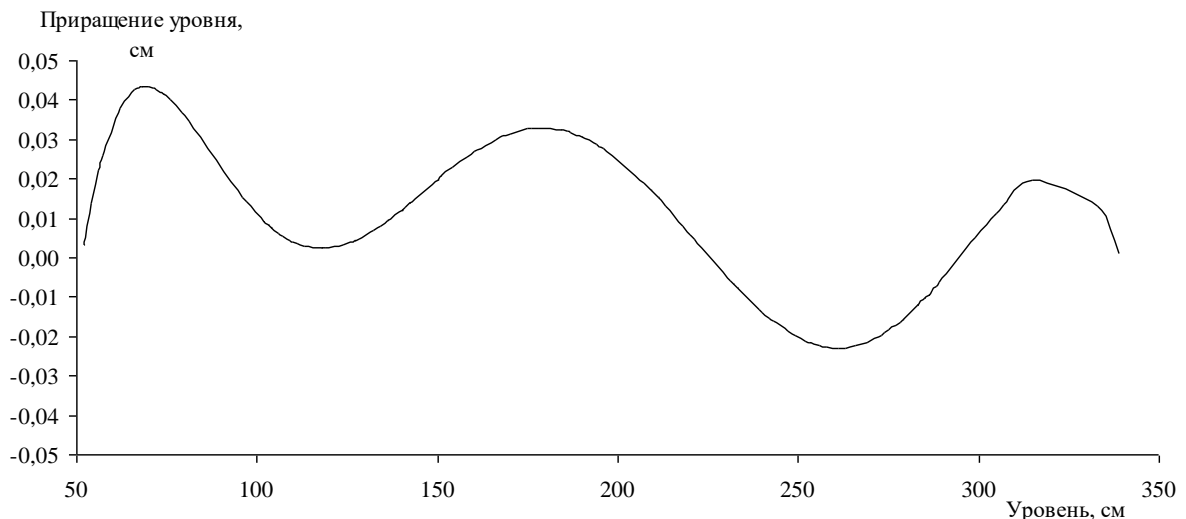


Рисунок 4 – Полиномиальная регрессия 7-го порядка в абсолютном масштабе

Используя выражение (7), исследован потенциал уровня озера Балкаш (рисунок 5). Точки экстремумов потенциала совпадают с корнями уравнения $\Phi(Z(t))=0$. При этом для озера Балкаш характерно наличие одного минимума $H_1 = 225.461$ см (устойчивое состояние равновесия) и одного максимума $H_2 = 294.806$ см (неустойчивый уровень).

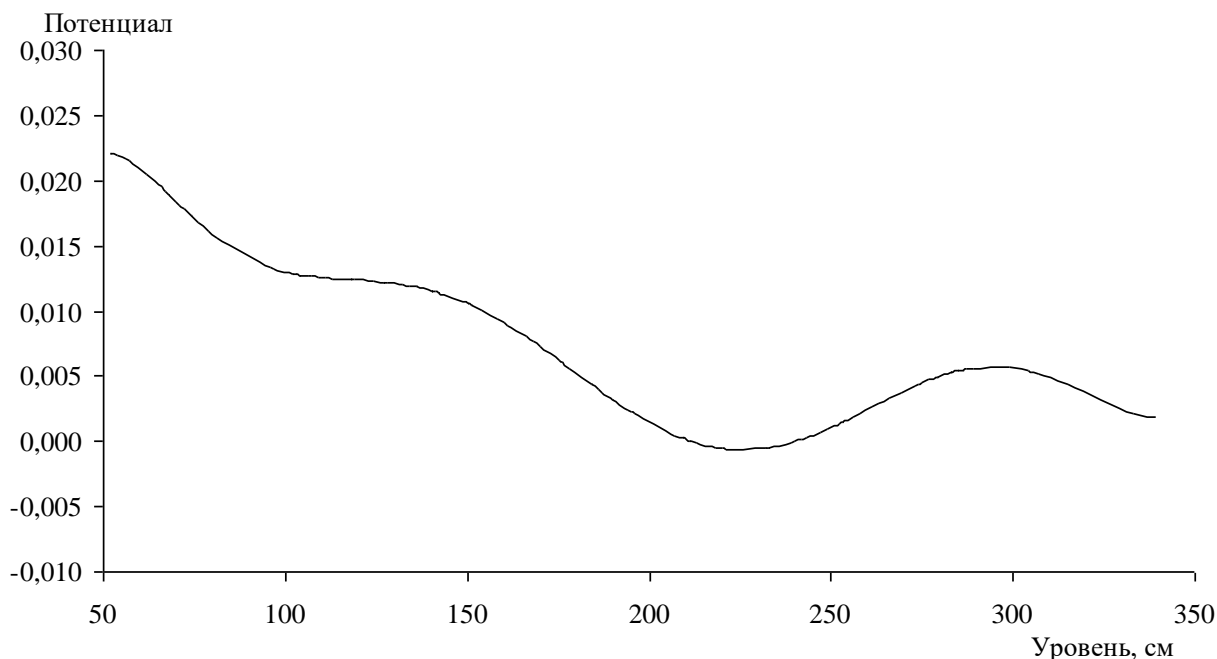


Рисунок 5 – Потенциал регрессии 7-го порядка

Для моделирования траектории колебаний уровня была исследована остаточная последовательность. Период P_0 остаточной последовательности определен с применением спектрально-временного анализа, в основу которого положено вычисление спектров вариации на скользящих временных отрезках [7]. Для уровня озера Балкаш выявлен 2-летний цикл, что положено в основу построения фазовой диаграммы на основании соотношения (8), изображенной на рисунке 6.

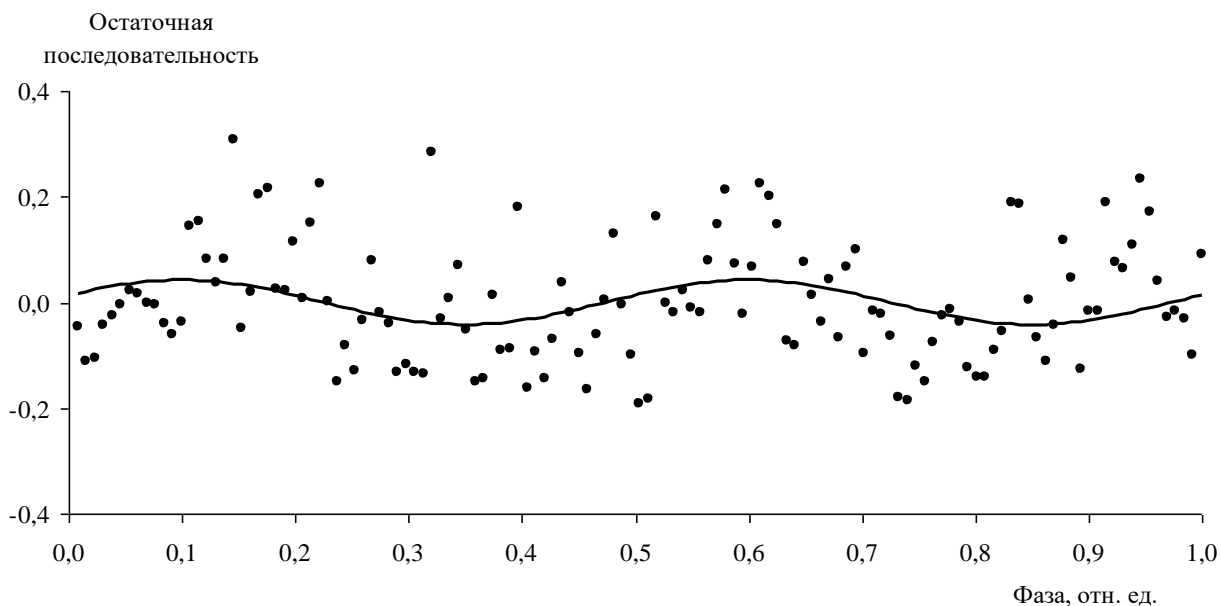


Рисунок 6 – Фазовая диаграмма остаточной последовательности

Предположим, что фазовая диаграмма остаточной последовательности имеет характерную для сезонных колебаний синусоидальную форму, тогда ее можно представить следующим образом:

$$\gamma^{(7)}(t) = A_0 + A_1 \sin 4\pi t + A_2 \cos 4\pi t + \varepsilon(t), \quad t = 1, 2, \dots, N, \quad (10)$$

где $\varepsilon(t)$ – последовательность независимых одинаково распределенных случайных величин.

Значения неизвестных параметров выражения (10) получены методом наименьших квадратов и имеют следующие значения: $A_0 = 0$, $A_1 = 0.04010$, $A_2 = 0.01327$. После удаления из остаточной последовательности периодической составляющей рассчитаны параметры последовательности $\varepsilon(t)$, имеющие следующие значения: математическое ожидание $M_k = 0$ и стандартное отклонение $\sqrt{D_k} = 0.1073$.

Для моделирования траектории колебаний уровня озера Балкаш выражение (9) преобразуется к следующему выражению:

$$Z(t+1) = 0.6751Z^7(t) - 0.6185Z^6(t) - 1.5607Z^5(t) + 0.6909Z^4(t) + 0.9412Z^3(t) - 0.1869Z^2(t) + 0.8412Z(t) + 0.0147 + A_0 + A_1 \sin 4\pi t + A_2 \cos 4\pi t + \varepsilon(t), \quad (11)$$

где $\varepsilon(t)$ – остаточная последовательность, имеющая нормальное распределение с параметрами $N(0; 0.1073)$.

На рисунке 7 представлена траектория, смоделированная с помощью автономного дифференциально-разностного уравнения и периодической составляющей. Траектория демонстрирует переходы от верхнего уровня к нижнему, резкие либо постепенные подъемы и падения. Такая траектория позволяет получить вероятностный прогноз методом математического моделирования – построения достаточно большого числа траекторий и расчета на их основе вероятностей достижения того или иного уровня.

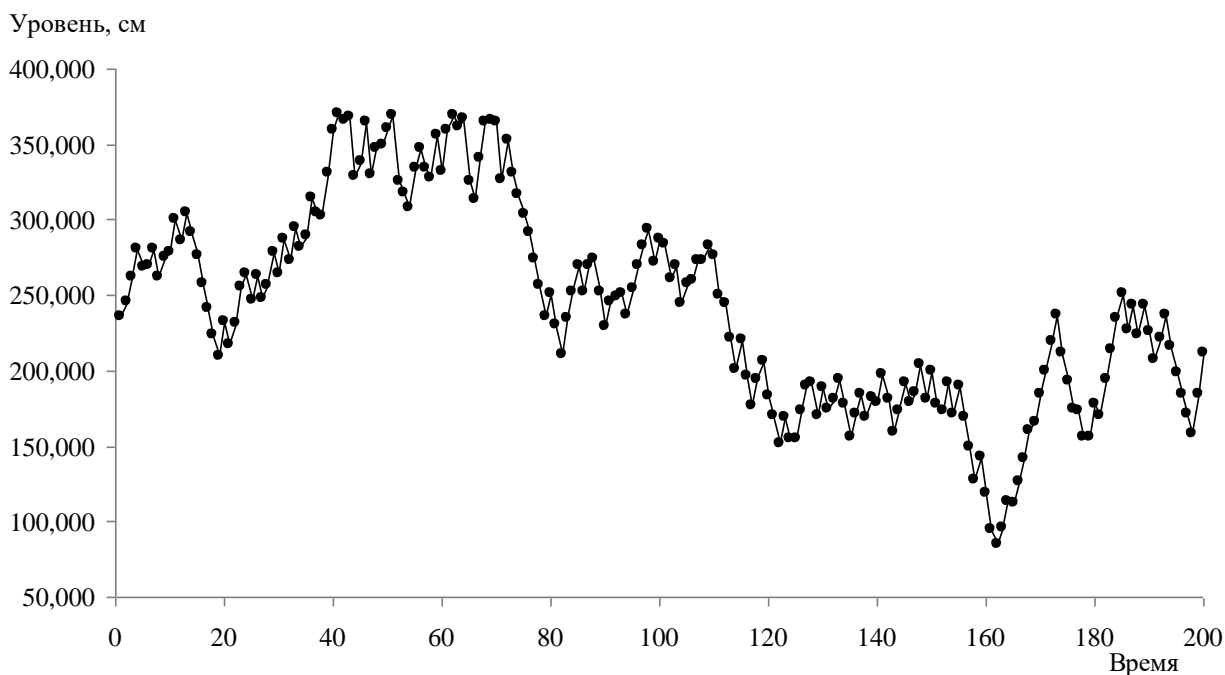


Рисунок 7 – Моделированная траектория колебаний уровня озера Балкаш

Моделирование по формуле (11) траектории длиной 200 значений показало, что ниже предела 100 см, что в абсолютном выражении соответствует 341 м над уровнем моря, выходят 3 значения или 1.5 %. Это позволяет говорить о том, что вероятность достижения минимального годового уровня озера Балкаш маловероятна.

Выводы

В результате проведенных исследований колебаний уровня озера Балкаш исходные данные разложены на 3 составляющие: полиномиальную регрессию, позволяющую определить не зависящий от времени закон траектории, периодическую составляющую синусоидального характера и остаточную последовательность независимых случайных величин. Моделирование траектории колебаний основано на детерминированной части, состоящей из регрессии 7-го порядка и периодической составляющей, а также случайной части, состоящей из независимых одинаково распределенных величин.

С применением предложенной модели можно моделировать траектории колебаний уровня озера Балкаш. Смоделированная траектория длиной 200 значений продемонстрировала низкую вероятность снижения уровня воды в озере ниже 341 м над уровнем моря, равную 1.5 %.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Айвазян, С. А. Прикладная статистика. Исследование зависимостей / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. – М. : Финансы и статистика, 1985. – 487 с.
- 2 Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана / М. Ж. Бурлибаев [и др.]. – Алматы : Изд. «Каганат», 2014. – Т.1. – 742 с.
- 3 Современное экологическое состояние экосистем Иле-Балкашского бассейна. Монография / Бурлибаев [и др.] ; под редакцией Бурлибаева М. Ж. – Алматы, 2009. – 100 с.
- 4 Джабасов, М. Х. Геолого-гидрогеологические условия Южно-Прибалхашской впадины в свете новых данных / М. Х. Джабасов, П. Ф. Карагодин, Г. Г. Ошлаков // Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. – Алма-Ата : Наука, 1971. – С.51–57.
- 5 Информационный бюллетень: Материалы 18-го заседания Балкаш-Алакольского Бассейнового Совета и тренингов по водосберегающим технологиям (25-26 июня, 2014 г., г. Алматы) / сост. Жакенова С. А., Хон О. В. – Алматы, 2014 – 114 с.
- 6 Кожевникова, И. А. Моделирование колебаний уровня озера Кинерет / И. А. Кожевникова, В. И. Швейкина // Водные ресурсы. – 2014. – Том 41, № 1. – С. 565–572.
- 7 Логинов, В. Ф. Спектрально-временной анализ уровня режима озер и колебаний расходов воды крупных рек Беларуси / В. Ф. Логинов, В. Ф. Иконников // Природопользование: сб. научн. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии; под ред. И. И. Лиштвана, В. Ф. Логинова. – Минск, 2003. – Вып. 9. – С. 25–33.
- 8 Оганесян К. А. К проблеме использования трансграничных водных ресурсов / К. А. Оганесян, Г. А. Тадевосян // Вода: экология и технология: мат-лы VI Междунар. конгресса «ЭКВАТЭК-2004», Москва, 1–4 июня 2004 г., Ч.1. – М., 2004. – С. 52.
- 9 Бурлибаев, М. Ж. О проблемах использования и загрязнения поверхностных вод в экосистеме озера Балхаш / М. Ж. Бурлибаев // Современные проблемы геоэкологии и созологии: Доклады к междунар. науч.-практ. конф. – Алматы: Шартарап, 2001. – С. 308–311.
- 10 Понтрягин, Л. С. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Л. С. Понтрягин. – М. : Наука, 1965. – 331 с.
- 11 Тербиж, В. Ю. Анализ временных рядов в астрофизике / В. Ю. Тербиж. – М. : Наука, 1992. – 389 с.
- 12 Трансграничные воды в Казахстане: наш ограниченный ресурс. ЭкоВести, № 2-3 (40-41), февраль 2005. – С. 2–5.
- 13 Турсунова, А. А. Водные ресурсы Иле-Балхашского бассейна с учетом международных принципов совместного использования / А. А. Турсунова, А. Б. Мырзахметов // Европейская наука XXI века: мат-лы междунар. научн. конф. – Пшемьсль, Польша, 2012, – С. 23–34.

MODELING WATER LEVEL FLUCTUATIONS ON THE EXAMPLE OF THE LAKE BALKASH Volchak A.A., Parfomuk S.I.

The average annual values of the water levels in the Balkhash Lake for the period 1879– 2010 are divided into 3 components: a polynomial regression of 7-th order, the periodic component of sinusoidal type and the residual sequence of independent random values. Their application is used for modeling fluctuations of the Balkhash Lake. Simulated trajectory with a length of 200 values showed a low probability (equal to 1.5 %) of lowering of the water level in the lake below 341 m above sea level.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СОКЕ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ

Н.В. Михальчук, М.М. Дашкевич

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Брест, Беларусь, info@paei.by

Установлено, что в березовом соке, отобранном в различных ландшафтно-геохимических условиях юго-запада Беларуси, накапливаются преимущественно биофильные элементы, среди которых наиболее важную роль играют Mn и Zn. При этом фиксируются концентрации, превышающие санитарно-гигиенические нормы для питьевой воды: Mn – константно в 12,3-166,8 раза, Cd – как правило, в 2-5 раза, Fe – изредка в 0,5-2,3 раза. Фоновый элементный состав березового сока (мг/дм³) имеет следующий убывающий ряд: Mn_{5,48}>Zn_{1,93}>Fe_{0,20}>Ni_{0,03}>Cu_{0,02}>Cd_{0,002}.

Введение

Береза повислая (*Betula pendula Roth.*) – одно из немногих растений, в отношении которого существует возможность собирать ксилемные растворы в достаточном для анализа объеме и получать важную информацию о поступлении химических элементов, находящихся в почве и подпочве. В отличие от анализа вегетативных органов, которые могут аккумулировать атмосферное загрязнение, анализ сока позволяет напрямую изучить распределение химических элементов в системе почва–растение [1].

В настоящее время литературные данные об особенностях поступления химических элементов из почвы в березовый сок весьма ограничены. Наиболее информативны в этом плане работы [1, 2, 3]. Кроме того, сок использовался как индикатор при поиске месторождений полезных ископаемых [4]. Биогеохимические исследования сока березы в контексте изучения состояния окружающей среды, могут иметь не только теоретическое, но и практическое значение в связи с использованием этого продукта в пищевой промышленности.

Древесными растениями минеральные вещества поглощаются из почвы и подпочвы с водой и транспортируются в восходящем направлении преимущественно по ксилеме. Бионакопление химических элементов определяется многими факторами. Известно, что проникновение токсических веществ из почвы через корневую систему зависит от защитных свойств растений. Первым препятствием является избирательная способность корневого поглощения [5]; вторым фактором регулирования аккумуляции элементов служит физиологический барьер поглощения. Если эти защитные механизмы не срабатывают, то приток токсикантов происходит в наименее физиологически активные органы. У древесных растений, обладающих микоризой (в частности у березы), эти процессы носят еще более сложный характер.

Объекты и методы исследования

Нами изучались ксилемные растворы березы повислой (*B. pendula Roth.*), образующей как коренные, так и производные сообщества на месте сосновых и широколиственных лесов. Отбор сока проводился в различных точках Брестской области в широком спектре ландшафтно-геохимических условий в период с 12.03 по 05.04. 2016 г. Диаметр стволов березы был 25–35 см. Образцы хранили при –10°C. Охлаждение исключало риск реакций ферментации и, таким образом, давало возможность хранить сок в течение длительного времени. Подготовленные пробы анализировались на содержание тяжелых металлов (ТМ) и микроэлементов (МКЭ) методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS по ГОСТ 30178-96 (Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов). Всего проанализировано 84 пробы.

Результаты и их обсуждение

Величины концентраций химических элементов в березовом соке на территории юго-запада Беларуси приведены (таблица 1) в сопоставлении с аналогичными известными из литературных источников данными (среднее содержание макро- и микроэлементов в соке), полученными в Южном Прибайкалье [1], Карелии [2] и в юго-западной Финляндии [3].

Таблица 1 – Содержание химических элементов в соке *Betula pendula* Roth., мг/дм³

Элементы	Диапазон концентраций (в скобках среднее значение)	Дисперсия	По данным для регионов			СанПиН 10-124 РБ 99 [6]
			Южное Прибайкалье [1]	Карелия [2]	Финляндия [3]	
Zn	0,63-3,97 (1,93)	0,93501	1,7	3,53	2,89	5
Cu	0,01-0,08 (0,02)	0,00041	0,02	0,007		1
Mn	1,23-16,02 (5,48)	22,05968	5,8	3,94	8,10	0,1 (0,5)
Pb	0,03-0,09 (0,06)	0,00060	0,009	0,012		0,03
Cd	0,001-0,005 (0,002)	0,0000012	0,002	0,001		0,001
Ni	0,01-0,08 (0,03)	0,00039	0,02	0,048		0,1
Fe	0,02-0,69 (0,20)	0,02327	0,17	0,29		0, (1,0)

Установлено, что в березовом соке, отобранном в различных ландшафтно-геохимических условиях юго-запада Беларуси, накапливаются преимущественно биофильные элементы, среди которых наиболее важную роль играют Mn и Zn. При этом некоторым элементам в березовом соке свойственны концентрации, превышающие санитарно-гигиенические нормы для питьевой воды: Mn – константно в 12,3-166,8 раза, Cd – как правило, в 2-5 раза, Fe – изредка в 0,5-2,3 раза.

Фоновый элементный состав березового сока (мг/л) для условий Брестской области имеет следующий убывающий ряд: Mn5,48>Zn1,93>Fe0,20>Ni0,03>Cu0,02>Cd0,002.

Установлено также, что пробы березового сока, отобранные на территории Ивановского, Пинского, части Барановичского и Жабинковского и юга Брестского районов отличаются повышенным содержанием микроэлементов, особенно Mn, по сравнению с фоновым уровнем. По-видимому, в отношении Mn в районе проведения исследований существуют ареалы литогеохимических аномалий, соответствующих слоям (слою) карбонатных морен – ранее нами установлена прямая связь содержания Mn с содержанием в почвах карбонатов [7]; при этом элемент удерживается достаточно прочно в сорбированном состоянии. Он приобретает подвижность и способность к транслокациям под воздействием кислых корневых выделений, что, возможно, и оказывает влияние на уровни его накопления в соке.

Высокое содержание марганца в поверхностных слоях почв под мелколиственными лесами, в частности березовыми, объясняется, в том числе, и биогенной аккумуляцией металла, интенсивно выносимого из ниже расположенных почвенных горизонтов подобными древесными породами [8]. Оно также может оказывать влияние на уровни накопления элемента в березовом соке.

По данным [3], на протяжении периода отбора сока, проведенного в юго-западной Финляндии, отмечалось постоянное увеличение содержания Mn в кислом растворе. Так, если в начале сокодвижения (06.04) оно составляло 1,7 мг/дм³, в середине периода

(20.04) – 5,3 мг/дм³, то к его завершению (07.05) – 6,3 мг/дм³, т.е. увеличивалось в 3,7 раза. Сходный характер имела динамика накопления Zn: увеличение с 0,64 мг/л до 1,68 мг/дм³ в середине периода и до 2,49 мг/дм³ в его конце. В то же время концентрация Cd оставалась относительно постоянной. Нашими исследованиями подобных изменений в содержании наиболее значимых МКЭ не выявлено. Так, в пробах сока, отобранных в окрестностях городского поселка Телеханы Ивацевичского района, содержание Mn в начале сокодвижения составляло 3,41 мг/дм³, середине периода – 2,92 мг/дм³, в его конце – 3,06 мг/дм³; в окрестностях д. Селец Березовского района – соответственно 12,02 мг/дм³, 14,14 мг/дм³ и 9,26 мг/дм³.

Марганец входит в список основных показателей качества воды по требованию санитарных норм Российской Федерации, Всемирной организации здравоохранения, США, Европейского союза (ЕС); он включен в приоритетный список загрязняющих веществ водных объектов, рекомендуемых для систематического контроля (Решение Европарламента и Совета ЕС № 2455/2001/ЕС) [9].

Несмотря на то, что по своему воздействию на организм человека марганец в питьевой воде относится к умеренно опасным веществам (3 класс опасности), при хроническом повышенном экзогенном поступлении он оказывает токсическое действие, что выражается в развитии целого ряда негативных эффектов. Наряду с общерезорбтивным действием марганец характеризуется развитием специфических эффектов повреждающего действия со стороны центральной нервной системы, крови и кровеносной системы, желудочно-кишечного тракта, почек, иммунной системы, окислительно-антиоксидантных и обменных процессов, что может вызвать рост заболеваемости населения в явных и скрытых формах [70, 71]. В этой связи константное выявление повышенного содержания марганца в березовом соке, несомненно, имеет санитарно-гигиеническое значение и требует пристального внимания и дальнейшего изучения.

Выводы

Таким образом, несмотря на различие техногенных и фоновых условий, во всех случаях прослеживается постоянный ряд активно поглощаемых биофильных элементов, содержания которых в березовом соке имеют максимальные значения и мало зависят от степени их концентрации в почве. Собственно ТМ (свинец, кадмий) в кислых растворах в большей мере, по-видимому, связаны с их содержанием в почве. Особого рассмотрения требует выяснение биологической, санитарно-гигиенической роли и поведение марганца, учитывая многократное его превышение в березовом соке по отношению к допустимым нормам, установленным для питьевой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоголова, Г. А. Береза как индикатор эколого-геохимических условий в Южном Прибайкалье / Г. А. Белоголова, Г. В. Матяшенко // География и природ. ресурсы. – 2010. – № 1. – С. 63–70.
2. Кузнецова, Т. Ю. Влияние тяжелых металлов на некоторые физико-биологические показатели рода *Betula L.* / Т. Ю. Кузнецова; дис. к-та биол. наук. – Петрозаводск, 2009. – 174 с.
3. Stig-göran, H. Chemical analysis of mineral elements in spring sap of birch. Daily and seasonal variations in the sap composition / H. Stig-göran, L. Harju // Acta academiae aboensis, Ser. B «Mathematica et physica», «Matematik. Naturvetenskap. Teknik», Vol. 46. – N 8. – 1986. – P. 1–16.
4. Кренделев, Ф. П. Биогеохимические ореолы по соку березы на Северном полиметаллическом месторождении / Ф. П. Кренделев, Ю. Ф. Погребняк, А. А. Цыренова // Геол. и геофиз. – 1978. – № 8. – С. 129–133.
5. Тарабрин, В. П. Устойчивость древесных растений в условиях промышленного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / В. П. Тарабрин // Взаимодействие между лесными экосистемами и загрязнителями, Таллин, 1982. - С. 24–27.
6. Санитарные правила и нормы 2.1.4. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 10-124 РБ 99».

7. Рябова, Л. Н. Геохимическая характеристика карбонатных комплексов Западной части Белорусского Полесья / Л. Н. Рябова, Н. В. Михальчук, Ю. Г. Мисюта // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2008. – № 2. – С. 98–103.

8. Ильин, В. Б. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов (Mn, Cu, Mo, B) в южной части Западной Сибири / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука : Сиб. отд-ие, 1973. – 389 с.

62 Бурлибаев, М. Ж. Перспективы гармонизации стандартов и норм качества вод в странах Центральной Азии и Водной рамочной директивы Европейского союза / Д. Л. Бурлибаев, Т. И. Неронова, И. И. Саидов и др. – Алматы : ОО «OST-XXI век», 2010. – 240 с.

70 Гончаренко, А. В. Механизмы повреждающего действия токсических концентраций марганца на клеточном и субклеточном уровнях / А. В. Гончаренко, М. С. Гончаренко // Биологический вестник МДПУ. – 2012. – № 2. – С. 47–57.

71 Dobson, A. Manganese Neurotoxicity / A. Dobson, K. Erikson, M. Aschner // Annals of the New York Academy of Science. – 2004. – № 1012. – P. 115–128.

CONTENT OF HEAVY METALS AND MICROELEMENTS IN THE BIRCH SAP UNDER THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST OF BELARUS

Mikhalchuk N.V., Dashkevich M.M.

It has been established that biofile elements accumulate mainly in birch sap, selected in various landscape-geochemical conditions of the south-west of Belarus, among which the most important role is played by Mn and Zn. At the same time, concentrations exceeding the sanitary and hygienic standards for drinking water are recorded: Mn – constant in 12,3-166,8 times, Cd – as a rule, 2-5 times, Fe – occasionally in 0,5-2,3 times. The background elemental composition of birch sap (mg/dm³) has the following decreasing range: Mn5,48>Zn1,93>Fe0,20>Ni0,03>Cu0,02>Cd0,002.

БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ВЕРОЯТНО ИСЧЕЗНУВШИХ С ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

А.Н. Мялик*, В.И. Парфёнов**

*Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь, *aleksandr-myalik@yandex.by*

**Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь, *nan.botany@yandex.by*

В статье приводятся эколого-географические особенности 19 аборигенных видов растений, произрастание которых на территории Припятского Полесья не подтверждается на протяжении последних десятилетий. Установлена связь между исчезновением некоторых видов (*Baeothryon alpinum*, *Pedicularis sylvatica*, *Caldesia parnassifolia*) и широкомасштабными мелиоративными работами, проведенными на данной территории на протяжении второй половины XX столетия. Большинство исчезнувших видов имеют связь с аркто-бореальной и атлантической частью Европы и соответственно находились в регионе на южной и восточной границах ареала.

Ведение

Проблема утраты аборигенного биоразнообразия под влиянием антропогенной деятельности уже более столетия привлекает внимание различных исследователей. Согласно последним опубликованным данным [1] на протяжении последних десятилетий с территории Республики Беларусь исчезло 26 аборигенных видов сосудистых растений: *Veronica spuria* L., *Gladiolus palustris* Gaudin, *Montia fontana* L. и др. Их участие в составе современной аборигенной флоры Беларуси не подтверждается 40–100 и более лет, но при этом возможность сохранения и повторного обнаружения этих таксонов нельзя исключать полностью. Так, в последнее десятилетие на территории Беларуси был обнаружен ряд видов, считавшихся в недавнем прошлом исчезнувшими: *Vicia dumetorum* L., *Botrychium simplex* E. Hitchc., *Calamagrostis fragmitoides* Hartm. и др. Все виды, произрастание которых не подтверждается на протяжении нескольких десятилетий относятся к 0 категории национальной природоохранной значимости, что соответствует категории RE (regionally extinct – исчезнувшие в регионе) Международного союза охраны природы. Территория Припятского Полесья – отдельного физико-географического округа, расположенного в центральной части Полесской провинции [2] в прошлом подверглась значительному антропогенному воздействию. Важнейшим фактором, коренным образом изменившим естественный растительный покров, а также гидрологические и климатические условия в регионе, стала осушительная мелиорация [3]. Цель настоящей работы заключается в выяснении эколого-географических особенностей видов растений, исчезнувших с территории Припятского Полесья на протяжении минувшего столетия и установлении связи данного процесса с изменениями природной среды в регионе.

Методика и объекты исследования

При составлении списка регионально исчезнувших видов использованы многочисленные литературные источники [1, 3–17], а также доступные гербарные коллекции: Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK), Белорусского государственного университета (MSKU), Вильнюсского университета (WI), Института ботаники имени М.Г. Холодного НАН Украины (KW) и Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН (LE).

Ниже приводится список аборигенных таксонов, вероятно исчезнувших с территории Припятского Полесья и их краткая характеристика, которая включает: а) географический элемент (долготный и широтный) флоры; б) отношение к влажности

почвы; с) к трофности субстрата произрастания; d) к тепловому режиму территории; e) к континентальности климатических условий; f) к световому режиму биотопа; g) описание биотопов, в которых вид произрастал в прошлом; h) фитохронологические особенности; i) национальный природоохранный статус. Приводятся также места нахождения вида в прошлом (с привязкой к населенному пункту в системе современного политико-административного деления Республики Беларусь), краткие комментарии и ссылки на литературный источник или гербарий.

Отнесение вида к определенному географическому элементу выполнено согласно схеме геоэлементов флоры Беларуси по Н.В. Козловской [18]. Экологические особенности таксонов даны с учетом экологических шкал, разработанных Я.П. Дидуком [19]. Хорологический элемент (северный, южный, восточный или западный) установлен с учетом той части ареала, на периферии которой находится вид в пределах Беларуси [20–22]. Природоохранный статус приведен согласно последнему изданию Красной книги Республики Беларусь [1]. Биотопы, в которых обитал вид в прошлом, установлены согласно литературным источникам или гербарным материалам.

Arnoseria minima (L.) Schweigg. et Körte – Арнозерис малый

a) атлантическоевропейский, температурный; b) субмезофит; c) мезотроф; d) субмезотермофит; e) субокеанический; f) гелиофит; g) сухие песчаные места; h) находится на восточной границе ареала; i) профилактическая охрана (LC).

В прошлом указывался для окрестностей г. Коссово Ивацевичского района [13], на протяжении последнего столетия произрастание данного вида в пределах Припятского Полесья не подтверждается.

Baeothryon alpinum T.V. Egorova – Пухонос альпийский

a) голарктический, аркто-бореальный; b) перигрофит; c) мезотроф; d) микротермофит; e) гемиокеанический; f) гелиофит; g) осоковые болота; h) островной локалитет за южной границей ареала; i) III категория (VU).

Приводился для оз. Погостское (окрестности д. Погост Загородский) современного Пинского района [13]. На протяжении последнего столетия на территории Припятского Полесья не отмечался. Вероятно, данное местонахождение указывалось ошибочно.

Blechnum spicant (L.) Sm. – Дербянка колосистая

a) центральноевропейский, температурный; b) гигромезофит; c) мезотроф; d) субмезотермофит; e) гемиконтинентальный; f) сциофит; g) еловые и смешанные леса; h) восточная граница ареала; i) исчезнувший вид (RE).

Нахождение данного вида в прошлом на территории Припятского Полесья можно допустить только с определенной долей вероятности. Приводился для окрестностей д. Велесница Пинского района [6, 12]. На протяжении последнего столетия участие этого вида в составе флоры региона и Беларуси в целом не подверждалось.

Caldesia parnassifolia (Bassi ex L.) Parl. – Кальдезия белозорolistная

a) голарктический, плюризональный; b) перигрофит; c) мезотроф; d) мезотермофит; e) гемиконтинентальный; f) гелиофит; g) берега водоемов, низинные болота; h) северная граница ареала; i) исчезнувший вид (RE).

Указывался для д. Козики (WI) Ивацевичского района и д. Городище (WI) Пинского района. На протяжении последнего столетия на территории Припятского Полесья и Беларуси в целом не отмечался [14].

Corallorhiza trifida Châtel. – Ладьян трёхнадрезный

a) голарктический, аркто-бореально-температный; b) гигромезофит; c) семиэвтроф; d) субмикротермофит; e) гемиокеанический; f) субгелиофит; g) заболоченные хвойные леса; h) южная граница ареала; i) II категория (EN).

Указывался для окрестностей д. Молодово [5] Ивановского района. На протяжении последних десятилетий данный вид на территории Припятского Полесья не отмечался.

Cystopteris fragilis (L.) Bernh. – Пузырник ломкий

а) голарктический, плюризональный; б) мезофит, с) эвтроф, d) субмикротермофит, e) гемиконтинентальный, f) гемисциофит; g) широколиственно-еловые, еловые, широколиственные и мелколиственные леса, во влажных местообитаниях; h) южная граница ареала; i) не имеет.

Приводился для окрестностей д. Поречье [9] Пинского района и д. Хвойня [12] Петриковского района. На протяжении последних десятилетий в регионе не отмечался.

***Dracoscephalum ruyschiana* L. – Змееголовник Руйша**

а) европейско-сибирский, температурный; б) мезофит; с) семиэвтроф; d) субмезотермофит; e) континентальный; f) субгелиофит; g) разреженные леса, опушки и поляны; h) в границах ареала; i) II категория (EN).

Указывался для территории современного НП «Припятский» [17]. На протяжении последнего столетия произрастание данного вида в Припятском Полесье не подтверждалось.

***Eriophorum latifolium* Horre – Пушица широколистная**

а) европейско-сибирский, аркто-бореальный; б) перигифит, с) мезотроф; d) субмикротермофит; e) гемиконтинентальный; f) гелиофит; g) заболоченные луга, низинные болота; h) южная граница ареала; i) не имеет.

Указывался для д. Велесница [6] Пинского района и д. Деревная [4] Столинского района. На протяжении последних десятилетий произрастание данного вида в пределах Припятского Полесья не подтверждается.

***Knautia dipsacifolia* Kreutzer – Короставник ворсянколиственный**

а) центральноевропейский, температурный; б) гигромезофит; с) семиэвтроф; d) субмезотермофит; e) гемиокеанический; f) субгелиофит; g) лесные луговины; h) восточная граница ареала; i) исчезнувший вид (RE).

Приводился для д. Спорово [11] Березовского района. На протяжении последнего столетия произрастание данного вида на территории Припятского Полесья и Беларуси не подтверждалось. Вероятно указывался ошибочно.

***Linnaea borealis* L. – Линнея северная**

а) голарктический, аркто-бореальный; б) гигромезофит; с) мезотроф; d) микротермофит; e) субконтинентальный; f) гемисциофит; g) елово-шикоролиственные леса; h) южная граница ареала; i) III категория (VU).

Указывался для д. Кривошин [10] Ляховичского района и окрестностей пос. Старобин [9] Солигорского района. На протяжении последних десятилетий произрастание этого вида в пределах Припятского Полесья не подтверждается.

***Linosyris vulgaris* Cass. ex Less. – Грудница обыкновенная**

а) европейско-малоазийский, субмеридиональный; б) субмезофит; с) эвтроф; d) субмезотермофит; e) гемиокеанический; f) гелиофит; g) сухие луговины; h) островной локалитет за северной границей ареала; i) I категория (CR).

Приводился для окр. г. Житковичи [7] и г. Туров [12], (LE, KW) Житковичского района. На протяжении последнего столетия произрастание вида в пределах Припятского Полесья не подтверждается, хотя недавно он был повторно обнаружен в Мозырьском Полесье [8].

***Linum flavum* L. – Лен желтый**

а) европейско-малоазийский, меридиональный; б) субмезофит; с) эвтроф; d) мезотермофит; e) субконтинентальный; f) гелиофит; g) сухие луговины; h) островное местообитание за северной границей ареала; i) исчезнувший вид (RE).

В прошлом приводился для окрестностей г. Туров [11], (KW, LE) Житковичского района. На протяжении последнего столетия произрастание данного вида в пределах Припятского Полесья и Беларуси не подтверждается. В настоящее время известен только в культуре как декоративное растение (Ивацевичский р-н: г.п. Телеханы (MSK), ввиду чего отнесен к адвентивному компоненту флоры.

***Neottianthe cucullata* (L.) Schltr. – Неоттианта клобучковая**

а) евразийский, бореально-температный; б) гигромезофит; с) мезотроф; d) субмикротермофит; е) гемиконтинентальный; f) гемисциофит; g) южная граница ареала; h) старовозрастные сосновые и смешанные леса; i) II категория (EN).

Приводилась для территории современного ландшафтного заказника «Выгонощанское» [16]. На протяжении последнего столетия этот вид на территории Припятского Полесья не отмечался.

***Orchis morio L.* – Ятрышник дремлик**

а) европейско-малоазийский, субмеридиональный; б) гигромезофит с) мезотроф; d) субмезотермофит; е) гемиокеанический; f) субгелиофит; g) низинные и суходольные луга; h) восточная граница ареала; i) I категория (CR).

Указывался для д. Велесница [6] и г. Пинск [12], (LE) Пинского района, на протяжении последних десятилетий на территории Припятского Полесья не отмечался.

***Pedicularis sylvatica L.* – Мытник лесной**

а) атлантическоевропейский, температурный; б) гигромезофит; с) мезотроф; d) субмезотермофит; е) океанический; f) субгелиофит; g) окраины низинных болот, лесные опушки; h) восточная граница ареала; i) II категория (EN).

В прошлом приводился для д. Огдемер (KW) Ивановского района, а также для дд. Большая Вулька, Завидчицы и Невель [4] Пинского района. На протяжении последних десятилетий произрастание данного вида в пределах Припятского Полесья не подтверждается.

***Saxifraga hirculus L.* – Камнеломка болотная**

а) голарктический, аркто-бореальный; б) перигрофит; с) мезотроф; d) микротермофит; е) гемиконтинентальный; f) гелиофит; g) осоковые болота; h) южная граница ареала; i) I категория (CR).

В прошлом известен из окр. д. Селец (MSKU) Березовского района и д. Антополь [11] Дрогичинского района. На протяжении последних десятилетий произрастание данного вида в пределах Припятского Полесья не подтверждается.

***Sonchus palustris L.* – Осот болотный**

а) евросибирско-аралокаспийский, субмеридиональный; б) перигрофит; с) субгликотроф; d) субмезотермофит; е) гемиконтинентальный; f) субгелиофит; g) окраины болот, влажные луговины; h) северная граница ареала; i) исчезнувший вид (RE).

Приводился для д. Синицкое [15] Лельчицкого района. На протяжении последних десятилетий данный вид в составе флоры Припятского Полесья и Беларуси в целом не отмечался. Указанное местонахождение вероятно является ошибочным.

***Swertia perennis L.* – Сверция многолетняя**

а) центральноевропейский, температурный; б) гигрофит; с) семиэвтроф; d) субмезотермофит; е) гемиокеанический; f) гелиофит; g) заболоченные луга; h) островные локалитеты за восточной границей ареала; i) I категория (CR).

В прошлом указывался для окр. д. Рог [7] Солигорского района. На протяжении последнего столетия произрастание данного вида в пределах Припятского Полесья не подтверждается.

***Tofieldia calyculata Wahlenb.* – Тофельдия чашечковая**

а) центральноевропейский, температурный; б) гигрофит; с) мезотроф; d) субмезотермофит; е) субконтинентальный; f) гелиофит; g) низинные луга, окраины болот; h) восточная граница ареала; i) I категория (CR).

В прошлом приводился для окр. д. Рог [7] Солигорского района. На протяжении последнего столетия произрастание данного вида в пределах Припятского Полесья не подтверждается.

Результаты и их обсуждение

Всего на территории Припятского Полесья выявлено 19 видов сосудистых растений, вероятно исчезнувших на протяжении минувшего столетия с данной территории, что

составляет всего около 2 % от современного состава аборигенной флоры этого региона [23]. Среди них 4 вида являются вероятно исчезнувшими для флоры Беларуси в целом (*Linum flavum* L., *Knautia dipsacifolia* Kreutzer и др.); остальные таксоны относятся к регионально исчезнувшим видам. При этом указания в прошлом ряда видов (*Baeothryon alpinum* T.V. Egorova, *Blechnum spicant* (L.) Sm., *Knautia dipsacifolia* Kreutzer) для флоры Беларуси или региона по всей вероятности являются ошибочными.

В географическом отношении рассматриваемые виды достаточно разнородны и представляют различные долготные элементы флоры (рисунок 1): голарктический – 6, евразийский – 1, европейско-сибирский – 2, евросибирско-аралокаспийский – 1, европейско-малоазийский – 3, центральноевропейский – 4 и атлантическоевропейский – 2.

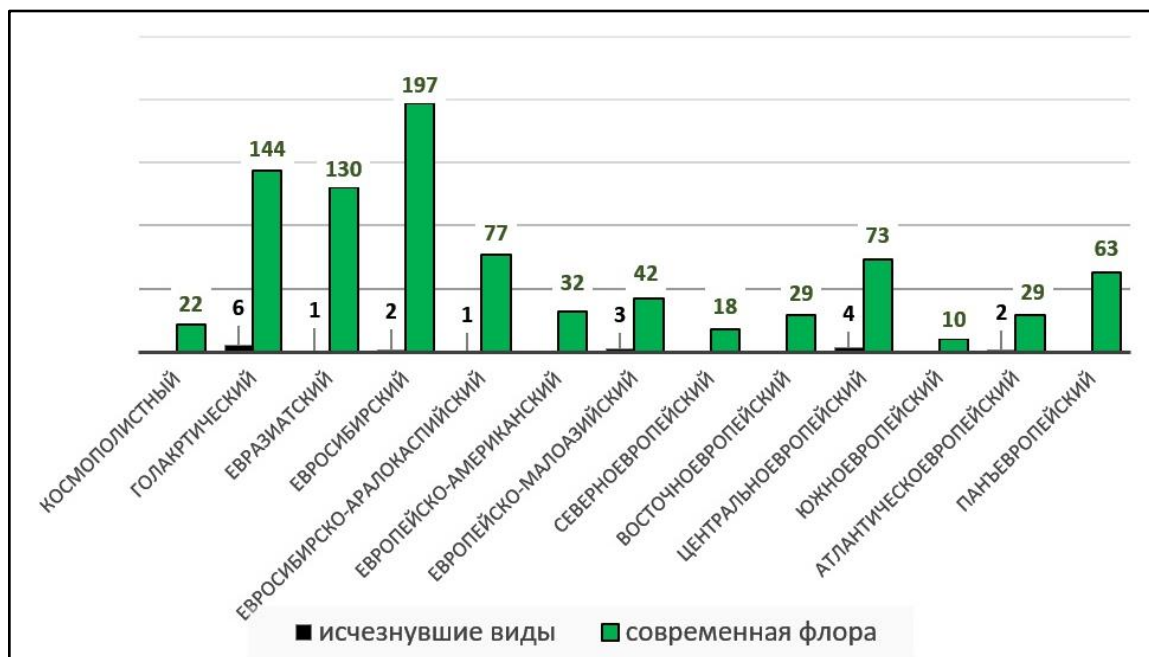


Рисунок 1 – Место исчезнувших таксонов в спектре долготных географических элементов флоры Припятского Полесья [24].

Рассмотрение спектра широтных геоэлементов (рисунок 2) и его связи с долготным позволяет выявить некоторые закономерности между исчезнувшими видами и современными физико-географическими условиями Припятского Полесья. Всего 5 видов в своем широтном распространении тяготеют к аркто-бореальной и бореальной солярно-климатическим зонам. Это те холодостойкие виды (*Saxifraga hirculus* L., *Corallorhiza trifida* Châtel. и др.) распространение которых ограничивается, как правило, таежной зоной. Вторая группа представляет умеренно-теплолюбивые таксоны, ареалы которых ограничиваются западной частью Европы. К ней относятся атлантическо- и центральноевропейские виды, распространение которых на восток сдерживается нарастающей континентальностью климата: *Tofieldia calyculata* Wahlenb., *Arnoseris minima* (L.) Schweigg. et Körte и др. Часть исчезнувших видов представляет теплолюбивый элемент флоры. К ним относятся евросибирско-аралокаспийские (*Sonchus palustris* L.) и европейско-малоазийские (*Orchis morio* L.) субмеридиональные и меридиональные виды.

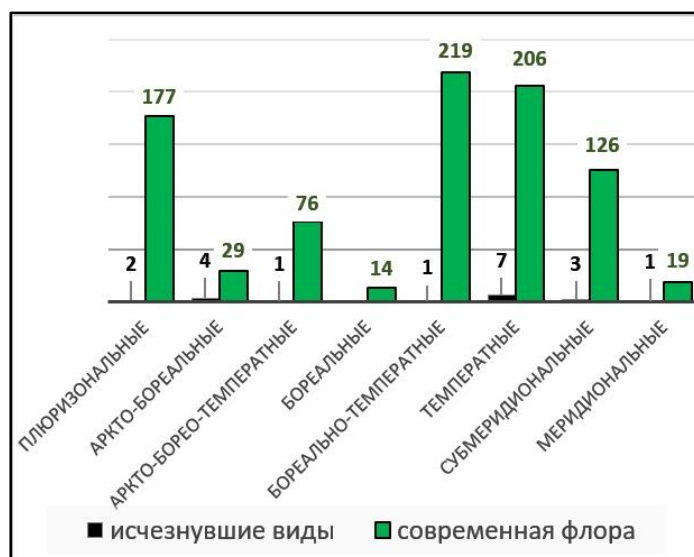


Рисунок 2 – Место исчезнувших видов в спектре широтных географических элементов флоры Припятского Полесья [22].

Сопоставление спектров геоэлементов исчезнувших таксонов и всей современной флоры показывает, что большинство исчезнувших видов занимает в них крайние места – т.е. относятся к узкоареальным геоэлементам в отношении флоры центральной части Белорусского Полесья. Эти виды относятся к голарктическим аркто-бореальным, европейско-малоазиатским субмеридиональным, центрально- и атлантическоевропейским температурным геоэлементам.

Для выяснения возможной связи между исчезнувшими видами и изменениями природных условий, произошедшими на протяжении последнего столетия, наибольшее значение имеют такие экологические характеристики таксонов, как их отношение к влажности местообитаний, термическому режиму территории и континентальности климата. Спектр гидроэкоморф исчезнувших таксонов (рисунок 3) демонстрирует, что наибольшее количество видов (7 представителей) относятся к гигромезофитам и пергигрофитам (5 представителей) – т.е. видам, экологические требования которых соответствуют влажнолуговому и болотному типам местообитаний [23]. К этой группе относятся такие виды как *Pedicularis sylvatica* L., *Caldesia parnassifolia* (Bassi ex L.) Parl. и др., исчезновение которых напрямую связано с мелиоративным освоением территории, поскольку места произрастания этих таксонов в прошлом сегодня являются осушенными болотными массивами. Относительно многочисленной является группа субмезофитов, соответствующих луговостепному типу местообитаний: *Linosyris vulgaris* Cass. ex Less., *Linum flavum* L. и др. Исчезновение этих опушечных видов с территории Припятского Полесья может быть связано в первую очередь с сельскохозяйственным освоением территории, строительством дорог и населенных пунктов.

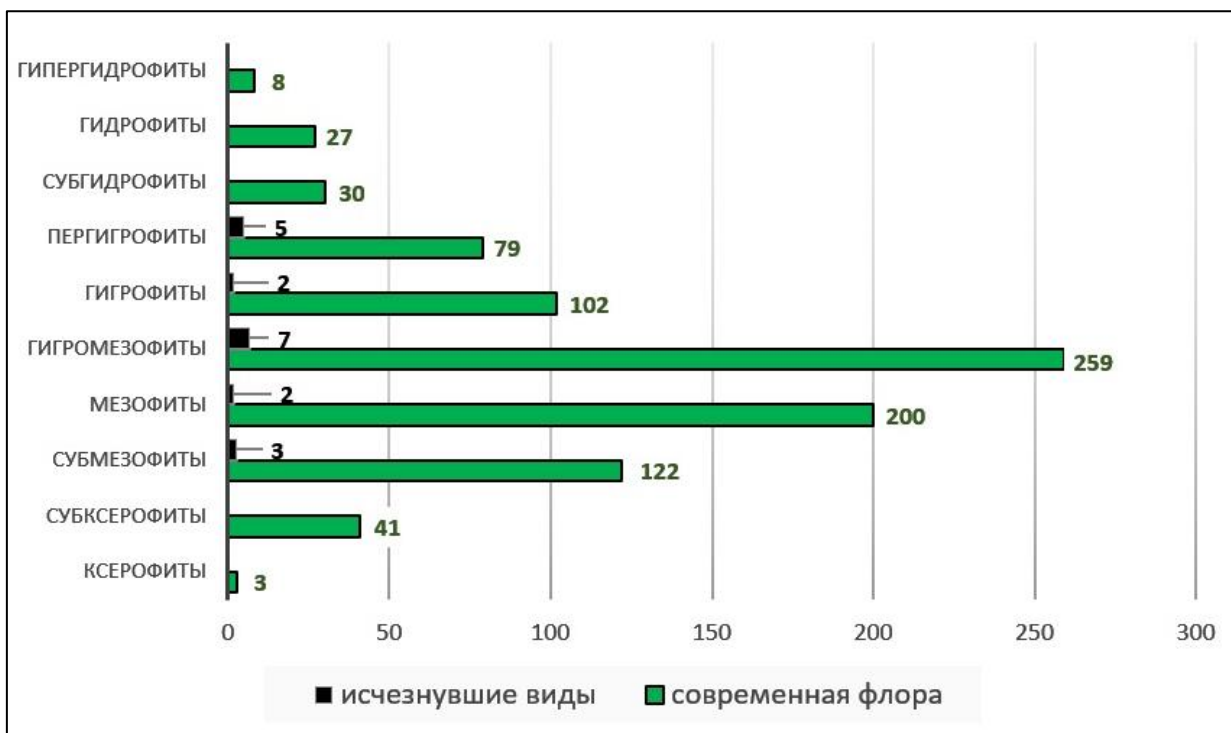


Рисунок 3 – Место исчезнувших таксонов в спектре гидроморф флоры Припятского Полесья [24].

Анализ спектра термоэкоморф (рисунок 4) исчезнувших видов показывает, что большинство из них соответствует субмеридиональному зональному режиму тепла. Эта группа объединяет перечисленные выше умеренно-теплолюбивые западноевропейские и европейско-малоазийские виды, которые в прошлом на территории Припятского Полесья находились на северном пределе распространения: *Linum flavum L.*, *Orchis morio L.* и др. Бореально-неморальному режиму тепла [25] соответствует 7 аркто-бореальных и бореальных видов. Они представлены микро- и субмикротермофитами (холодостойкими видами) для которых свойственно постепенное смещение южной границы ареала к северу в связи с потеплением климата, поскольку при увеличении среднегодовых температур всего на 0,5–0,6 °С происходит смещение границы лесобразующих пород и сопутствующим им видов на 100 м [27] (на равнине это расстояние соответствует примерно 100 км). К таким таксонам в первую очередь относятся: *Vaeothryon alpinum T.V. Egorova*, *Linnaea borealis L.*, *Corallorhiza trifida Châtel.* и др. виды, известные в настоящее время в составе флоры только северной и центральной части Беларуси. Предположения о смещении к северу границ ареалов таежных видов высказывались начиная с 80-х гг. минувшего столетия [28]. В настоящее время на примере *Picea abies (L.) H. Karst* доказано смещение южной границы сплошного распространения данного вида к северу на 20–30 км, под воздействием климатических изменений и широкомасштабных мелиоративных работ в Белорусском Полесье [29].

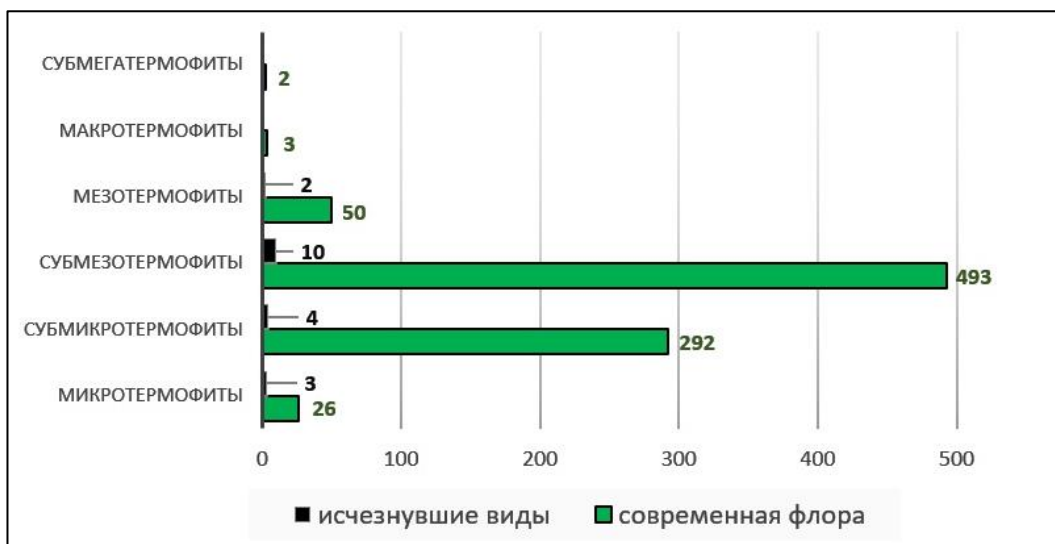


Рисунок 4 – Место исчезнувших таксонов в спектре термоморф флоры Припятского Полесья [26].

Спектр омброэкоморф, характеризующих отношение видов растений к режиму континентальности климата показывает, что экологические требования большинства исчезнувших сосудистых растений (9 видов) соответствуют океаническому климату. К ним относятся представители гемиокеанической, субокеанической и океанической экогрупп (*Corallorhiza trifida* Châtel., *Blechnum spicant* (L.) Sm., *Pedicularis sylvatica* L. и др.), ареалы которых тяготеют к атлантическому побережью Европы [30]. Эти виды исчезли с рассматриваемой территории в связи с уничтожением местообитаний в результате проведения мелиоративных работ и изменения мезоклимата территории. Гемиконтинентальная омброморфа представлена 6 видами (*Caldesia parnassifolia* (Bassi ex L.) Parl., *Saxifraga hirculus* L. и др.), индифферентными в отношении режима континентальности климата. Субконтинентальная экоморфа представлена теплолюбивыми степными и лесостепными видами, ареалы которых занимают восточную и южную часть Европы, Малую Азию и Западную Сибирь (*Linum flavum* L. и *Tofieldia calyculata* Wahlenb.) [31].

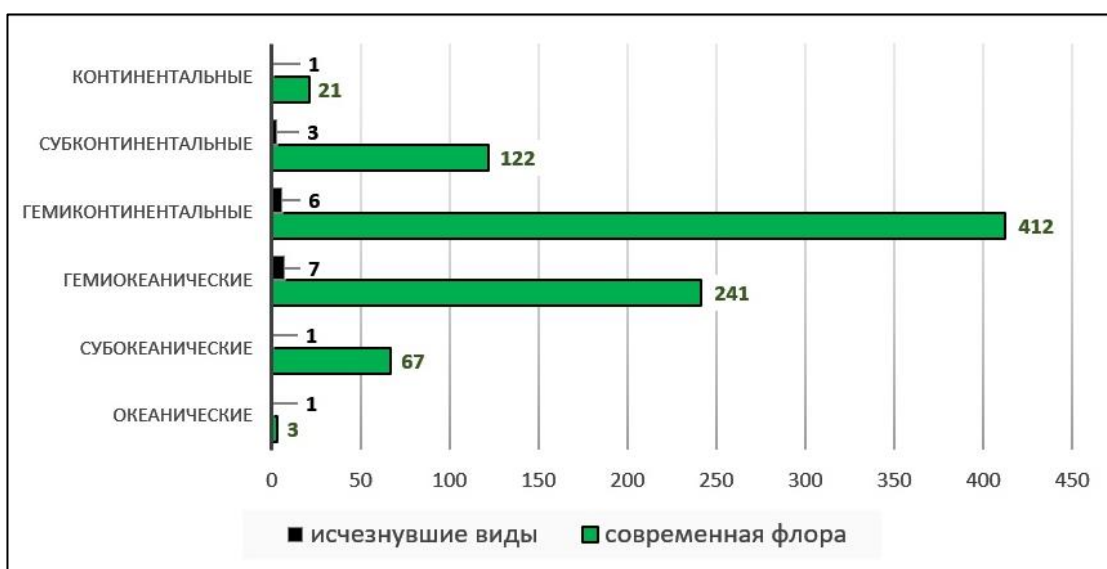


Рисунок 5 – Место исчезнувших таксонов в спектре омброэкоморф флоры Припятского Полесья [26].

Анализ полученных результатов показывает, что большинство исчезнувших таксонов в отношении современной аборигенной флоры являются эвритопными видами, занимающими крайние места в спектрах экологических и географических элементов флоры. При этом практически все они являются хронологически детерминированными – т.е. находятся здесь на границе сплошного распространения или в островных локалитетах. Из них 7 видов находится на восточной границе ареала (*Arnoseris minima* (L.) Schweigg. et Körte, *Blechnum spicant* (L.) Sm.), 7 – на южной (*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Linnaea borealis* L.), 4 – на северной (*Linosyris vulgaris* Cass. ex Less., *Sonchus palustris* L.).

Выводы

Всего в составе аборигенной флоры Припятского Полесья в настоящее время известно 19 видов, вероятно исчезнувших с данной территории. Их участие в современной флоре не подтверждается на протяжении 40 и более лет. Эколого-географический анализ исчезнувших таксонов свидетельствует о том, что большинство из них являются узкоареальными видами (голарктическими аркто-бореальными, атлантическоевропейскими температурными, европейско-малоазийскими субмеридиональными и т.д.), занимающими крайние места в спектрах термо- и омброморф. Экологические предпочтения данных видов не соответствуют современным физико-географическим условиям центральной части Белорусского Полесья, подтверждением чего является их отношение к группе хронологически детерминированных видов флоры Беларуси.

Именно эколого-географическая уязвимость данных таксонов вместе с непосредственным уничтожением их местообитаний в результате проведения мелиоративных работ стала причиной выпадения ряда таксонов (*Baeothryon alpinum* T.V. Egorova, *Caldesia parnassifolia* (Bassi ex L.) Parl., *Saxifraga hirculus* L. и др.) из состава региональной флоры.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Красная книга Республики Беларусь. Растения : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. : И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
- 2 Нацыянальны атлас Беларусі / Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь. – Мінск : Белкартаграфія, 2002. – 292 с.
- 3 Парфенов, В. И. Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии / В. И. Парфенов, Г. А. Ким, Г. Ф. Рыковский. – Минск : Наука и техника, 1985. – 291 с.
- 4 Kulczyński, S. Torfowiska Polesia t. II / S. Kulczyński. – Kraków : Uniwersytet Jagielloński, 1940. – 345 s.
- 5 Twardowska, M. Notatki florystyczne z Szemetowszczyzny i z Welesnicy / M. Twardowska // Pam. Fizyogr. – 1907. – Т. XIX, dz. III. – S. 41–43.
- 6 Twardowska, M. Spis roślin zebranych z Szemetowszczyzny i z Welesnicy w latach 1893, 1894 / M. Twardowska // Pam. Fizyogr. – 1896. – Т. XIV, dz. III. – S. 115–118.
- 7 Адамов, В. В. Краткий обзор растительности некоторых районов Белорусского Полесья / В. В. Адамов // Зап. Белорус. гос. ин-та сел. и лес. хоз-ва. – Минск, 1925. – Вып. 9. – С. 309–405.
- 8 Джус, М. А. Род грудница – *Lynosyris* Cass. (Asteraceae) во флоре Беларуси / М. А. Джус // Ботаника (исследования) : сборник научных трудов. Вып. XXXVIII / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск : Право и экономика, 2010. – С. 34–43.
- 9 Михайловская, В. А. Флора Полесской низменности / А. В. Михайловская. – Минск : Изд-во АН БССР, 1953. – 453 с.
- 10 Парфенов, В. И. Флора Белорусского Полесья: Современное состояние и тенденции развития / В. И. Парфенов – Минск : Наука и техника, 1983. – 295 с.
- 11 Пачоский, И. К. Флора Полесья и прилежащих местностей / И. К. Пачоский // Тр. С.-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ние ботан. – СПб., 1897. – Т. 27, вып. 2. – 260 с.
- 12 Пачоский, И. К. Флора Полесья и прилежащих местностей / И. К. Пачоский // Тр. С.-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ние ботан. – СПб., 1899. – Т. 29, вып. 3. – 115 с.
- 13 Пачоский, И. К. Флора Полесья и прилежащих местностей / И. К. Пачоский // Тр. С.-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ние ботан. – СПб., 1900. – Т. 30, вып. 3. – 103 с.

- 14 Флора Беларуси. Сосудистые растения: в 6 т. / под общ. ред. В. И. Парфенова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Т. 2. : Liliopsida / Д. И. Третяков [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 447 с.
- 15 Флора БССР : в 5 т. / редкол. Б. К. Шишкин (глав. ред.) [и др.]. – Минск : изд-во Акад. наук Беларус. ССР. – 1959. – 5 т.
- 16 Tesselndorff, F. Vegetationskizze von Oberlaufe der Schtschara / F. Tesselndorff // Berichte d. freien vereien für Pflanzengeographi und Syst. Bot. – Berlin, 1921. – S. 1–80.
- 17 Доктуровский, В. С. Очерк растительности Минского Полесья / В. С. Доктуровский // Тр. студен. кружка для исслед. рус. природы при Моск. гос. ун-те. – 1907. – Кн. III. – С. 42–82.
- 18 Козловская, Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны / Н. В. Козловская. – Минск : Наука и техника, 1978. – 128 с
- 19 Didukh Ya. P. The ecological scales of the species of ukrainian flora and their use in synphytoindication / Ya. P. Didukh. – Kyiv : Phytosociocenter, 2011. – 176 p.
- 20 Den virtuella floran [Electronic resource] // Naturhistoriska riksmuseet. – Mode of access: <http://linnaeus.nrm.se/flora/index>. – Date of access: 10.04.2016.
- 21 Meusel, H. Vergleichende Chorologie der zentraleuropaischen Flora / Bd 2: Karten / H. Meusel, E. Jager, E. Weinert. – Jena : Fischer, 1965. – 258 s.
- 22 Козловская, Н. В. Хорология флоры Белоруссии / Н. В. Козловская, В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1972. – 309 с.
- 23 Мялик, А. Н. Таксономический анализ флоры Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Материалы XVII Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых: в 2 ч., Брест, 15 мая 2015 г. / БрГУ им. А. С. Пушкина; редкол.: А. Е. Будько. – Брест, 2015. – Ч. 1. – С. 112–114.
- 24 Мялик, А. Н. Анализ географического распространения видов аборигенной флоры Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2016. – № 2. – С. 15–21.
- 25 Цыганов, Д. Н. Экоморфы флоры хвойно-широколиственных лесов / Д. Н. Цыганов. – М. : Наука, 1976. – 60 с.
- 26 Мялик, А. Н. Экологический анализ аборигенной флоры Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. Естественные науки. – 2016. – № 3 (96). – С. 40–47.
- 27 Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
- 28 Кожаринов, А. В. Климатохорологический анализ популяций лесных растений Белоруссии / А. В. Кожаринов. – Минск : Наука и техника, 1989. – 176 с.
- 29 Ермохин, М. В. Современная динамика южной границы сплошного распространения ели (*Picea abies* Karst.) в Беларуси / М. В. Ермохин, А. В. Пугачевский // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2009. – № 1. – С. 51–55.
- 30 Козловская, Н. В. Атлантическо-европейские влияния в белорусской флоре / Н. В. Козловская // Ботаника (исследования), выпуск XII. – Минск : Наука и техника, 1970. – С. 44–54.
- 31 Дубовик, Д. В. Степные и лесостепные комплексы во флоре Беларуси / Д. В. Дубовик, А. Н. Скуратович // Степи Северной Евразии: мат-лы V междунар. симпозиума, Оренбург, 17-21 мая 2009 г. / Учреждение РАН Инст. степи УРО РАН; под научн. ред. чл.-корр. РАН А. А. Чибилева. – Оренбург, 2009. – С. 43–45.

PHYTOGEOGRAPHICAL AND ECOLOGICAL PECULIARITIES OF NATIVE SPECIES OF VASCULAR PLANTS PROBABLY DISAPPEARED FROM THE TERRITORY OF PRYPIACKAJE PALIESSIE

Mialik A.M., Parfjonav V.I.

The article describes ecological and geographical features 19 native species of plants, growing of which on the territory of Prypiackaje Paliessie is not confirmed for the last decades. The relation between the extinction of some species (*Baeothryon alpinum*, *Pedicularis sylvatica*, *Caldesia parnassifolia*) and large-scale reclamation works carried out in this territory during the second half of the twentieth century. Most of the extinct species have a connection with the arcto-boreal and the Atlantic part of Europe and thus were in the region on the southern and eastern borders of the area.

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ УКРАИНЫ В ГРАНИЦАХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

О.Н. Патыченко

Украинский государственный научно-исследовательский институт проектирования городов «ДІПРОМІСТО» имени Ю.М. Белокопя, г. Киев, Украина; Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина, 12122014@ukr.net

Рассмотрены вопросы усовершенствования существующей нормативно-методической базы нормативной денежной оценки (НДО) земель населённых пунктов в части оценивания территорий природно-заповедного фонда (ПЗФ). Указано на актуальность создания объектов (ПЗФ) и на нерешенные проблемы – сопротивление владельцев земельных участков переводу своих земель или их частей в земли ПЗФ; отсутствие стимулирования со стороны государства. Предложен качественно новый подход к проведению НДО земель ПЗФ в границах населённых пунктов: ко всем локальным факторам природно-ландшафтной рентаобразующей группы применять не повышающие, а понижающие фиксированные значения коэффициентов. Предложено привести в соответствие названия всех локальных факторов этой группы с действующим законодательством Украины – статьями 61-63 Закона Украины «Об охране окружающей природной среды».

Введение

На современном этапе развития общества одним из важных объектов исследования выступают урбосистемы. Важным направлением географических исследований, ориентированным на планирование стабильного развития территорий, является оценка экологической ситуации. В настоящее время одним из ведущих принципов обеспечения сбалансированного развития городских поселений является сохранение в городе и вокруг него очагов ландшафтного и биологического разнообразия. С учётом этих обстоятельств, актуальной задачей является объективная оценка природно-заповедных и рекреационных территорий при нормативной денежной оценке земель населённых пунктов.

Проблеме оценки территорий посвящены научные работы Ю.Ф. Дехтяренко, В.М. Заеца, О.П. Канаша, Н.В. Комова, П.Ф. Лойко, В.М. Килочко, Ю.М. Манцевича, А.Г. Мартина, Ю.Н. Палеги, А.М. Третьяка и других [1, 4–10]. Однако вопросам нормативной денежной оценки природно-заповедных территорий населённых пунктов достаточное внимание не уделялось, что делает актуальными соответствующие исследования этого вопроса.

Результаты и их обсуждение



Рисунок 1 – Схема территориальной организации национальной экологической сети (генеральная схема планирования территории Украины (ГП «ГИПРОГРАД», Киев, 2000 г.) [2]

Национальная экологическая сеть Украины (рисунок 1) является составной частью проекта «Изумрудная сеть Европы»; она нацелена на создание сети территорий особого природоохранного значения [2, 14, 15]. В Генеральной схеме планирования территории Украины, в схемах территориального развития областей и в генеральных планах населённых пунктов экологическому каркасу отведена ведущая роль при распределении территорий по основным видам и режимам их использования [2, 3, 19, 20]. Система расселения исторически сложилась так, что её центры часто тяготеют к тем же природным ландшафтам, что и элементы экологического каркаса. Распределение элементов экологической сети в границах населённых пунктов, на примере г. Луцк Волынской области, отображено на рисунке 2. В г. Луцк элементы экологического каркаса – территории ПЗФ – представлены природными ландшафтами (заповедными урочищами и памятниками природы) и искусственно созданными объектами (ботаническим садом), а также оздоровительными и рекреационными территориями. Природные территории Луцка составляют лишь около 4% площади города, но они являются важным фактором поддержания экологического равновесия городского ландшафта.

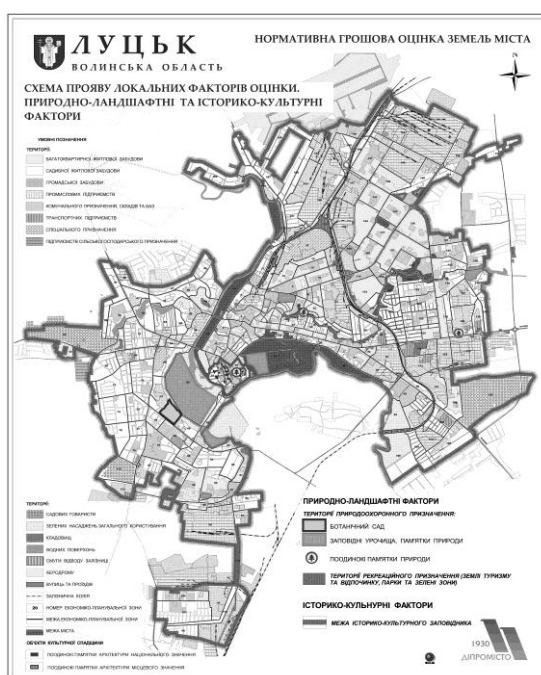


Рисунок 2 – Схема расположения территорий и объектов природоохранного назначения в границах г.Луцк Волынской области (нормативная денежная оценка земель города. (ГП «ДІПРОМІСТО», Киев, 2015г.) [18]

Для улучшения экологической ситуации урбанизированных территорий наряду с сохранением ранее созданных осуществляется формирование новых природно-заповедных и рекреационных территорий [16]. Однако серьезной проблемой является то, что формирование объектов ПЗФ на землях частной собственности осложняется сопротивлением их владельцев вследствие определенных ограничений по использованию таких земель [16] и отсутствием системы стимулов со стороны государства. Уменьшение земельного налога на земли ПЗФ может стать реальным стимулом для их владельцев по изменению целевого назначения земель – переводения земельных участков или их частей в земли ПЗФ.

Нуждается также в усовершенствовании методика расчёта нормативной денежной оценки природно-заповедных и рекреационных территорий в границах населённых пунктов.

Известно, что элементы национальной экологической сети являются объектами налогообложения; размер платы за землю в границах населённых пунктов

устанавливается на основе нормативной денежной оценки земель населённых пунктов (НДО) [13]. Принцип расчёта НДО изложен в «Порядке нормативной денежной оценки земель населённых пунктов» (далее – Порядок [13]).

Оценка природно-заповедных и рекреационных территорий населённых пунктов Украины на основе действующей нормативно-методической базы не отвечает требованиям времени и имеет определённые противоречия с существующей законодательной базой. В этой связи требуют усовершенствования подходы к оценке этих территорий в границах населённых пунктов.

Денежная оценка природно-заповедных и рекреационных территорий дифференцируется на завершающей стадии расчёта НДО с применением одной из шести рентообразующих групп локальных факторов оценки – природно-ландшафтной группы [13, Прил. 7.]. На рисунке 2 на примере г. Луцк Волынской области показаны ареалы проявления этих локальных факторов оценки. Их распространение определяется на основе схемы «Плана существующего использования территории» генерального плана населённого пункта, актуализированного на 1 января года проведения НДО. Особенностью проявления всех локальных факторов природно-ландшафтной рентообразующей группы является их распространение на всю территорию земельного участка. В работах [6, 11, 12] обосновано применение не диапазона значений коэффициентов локальных факторов (как определено Порядком [13, п. 10]), а фиксированных значений при распространении локального фактора на весь земельный участок.

Важно также проанализировать качество дифференциации денежной оценки природно-заповедных и рекреационных территорий в границах населённых пунктов.

Коэффициенты локальных факторов дифференцируют стоимость земельного участка, увеличивая или уменьшая её денежную оценку [13, Прил. 7]. Повышающее значение имеют коэффициенты больше 1,0, а понижающее – меньше 1,0. В настоящее время Порядком установлено повышение денежной оценки для проявления всех локальных факторов природно-ландшафтной рентообразующей группы. Их коэффициенты имеют значения от 1,09 до 1,11 [13, Прил. 7], что повышает стоимость всех природно-заповедных, рекреационных и лечебно-оздоровительных территорий соответственно на 9 – 11%. По нашему мнению, такой поход к оценке этих территорий усложняет формирование экологической сети в границах населённых пунктов. Тем более нелогично действием коэффициента $K_{МЗ}$ [13, Прил. 7] повышать денежную оценку природно-заповедных и рекреационных территорий и, в то же время, коэффициентом $K_{Ф}$ уменьшать их денежную оценку. Обращаем внимание, что для земель природно-заповедного фонда и иного природоохранного назначения $K_{Ф} = 0,5$ [13, Прил. 1]. С учетом изложенного, предлагаем к локальным факторам природно-ландшафтной группы применять не повышающие, а понижающие значения коэффициентов. Окончательная стоимость земельного участка определяется по следующей формуле [13, п.10.]:

$$Ц_{Н} = Ц_{НЗ} \times K_{Ф} \times K_{МЗ} \quad (1)$$

где, $Ц_{Н}$ – нормативная денежная оценка квадратного метра земельного участка в гривнах; $Ц_{НЗ}$ – средняя для экономико-планировочной зоны стоимость одного квадратного метра земель (грн./м²); $K_{МЗ}$ – локальный коэффициент, характеризующий месторасположение земельного участка в границах экономико-планировочной зоны (локальный коэффициент); $K_{Ф}$ – коэффициент, характеризующий функциональное использование земельного участка, он устанавливается на основании Классификации «Видов целевого назначения земель» [13, п. 5]. В толковании коэффициента $K_{Ф}$ заложено противоречие – если его применение надо определять по целевому назначению, то почему он называется коэффициентом функционального использования? В Порядке необходимо привести в соответствие название этого фактора с его сущностью. Значение коэффициента $K_{МЗ}$ рассчитывается как произведение коэффициентов всех локальных факторов, которые отмечаются на территории данного земельного участка [11]. Перечень

и значения коэффициентов локальных факторов приведены в Приложении 7 Порядка [13, Прил. 7]. Перечень локальных факторов природно-ландшафтной группы установлен на основании статей 61-63 Закона Украины «Об охране окружающей природной среды», где указано, что природные территории и объекты, подлежащие особой охране, это ПЗФ Украины, курортные и лечебно-оздоровительные зоны, рекреационные территории. Однако в порядке названия соответствующих факторов [13, Прил. 7] сформулированы с отклонением от формулировки указанных статей Закона. Для согласования нормативно-методической базы НДО с действующим законодательством, а также с учетом необходимости стимулирования формирования объектов экологического каркаса в населенных пунктах, целесообразно перечень локальных факторов природно-ландшафтной группы изложить в Порядке следующим образом: «месторасположение земельного участка в границах территорий ПЗФ – 0,90; месторасположение земельного участка в границах территорий оздоровительного значения (курортных, лечебно-оздоровительных территорий и округов санитарной охраны) – 0,95; месторасположение земельного участка в границах территорий рекреационного значения (земель туризма и отдыха, парков и зеленых зон, пляжей) – 0,95». В результате принятия такого решения нормативная денежная оценка территорий экологической сети понизится на 14 – 19 %, что станет позитивным шагом в стимулировании формирования новых элементов национального экологического каркаса.

Локальные факторы оценки являются тематической информацией НДО, формируются в государственной системе координат и вносятся в базу данных государственного земельного кадастра [17].

Выводы

Нормативная денежная оценка земель населенных пунктов, как основной документ для определения размера земельного налога в границах населенных пунктов, должна учитывать интересы государства в вопросе формирования национального экологического каркаса, а также особенности земель ПЗФ и рекреационных территорий.

Действующая нормативно-методическая база НДО требует своего усовершенствования в части качественной оценки локальных факторов природно-ландшафтной рентообразующей группы. Предлагаются следующие уточнения:

1. Все локальные факторы природно-ландшафтной группы распространяются на весь земельный участок. Поэтому коэффициенты их проявления, представленные в Порядке нормативной денежной оценки населенных пунктов (Порядок), должны иметь фиксированные значения.

2. Изменяется подход к оценке природоохранных и рекреационных территорий населенных пунктов – применение понижающих коэффициентов ко всем локальным факторам природно-ландшафтной группы станет положительным шагом в вопросе стимулирования формирования элементов экологического каркаса и обеспечения экологического равновесия урбанизированных территорий.

3. В Порядке названия локальных факторов природно-ландшафтной группы приводятся в соответствие с перечнем, изложенным в Законе Украины «Об охране окружающей природной среды».

4. В Порядке вносится ясность в определение коэффициента K_{ϕ} ; оно излагается в следующей редакции: « K_{ϕ} - коэффициент, характеризующий целевое назначение земельного участка, устанавливается на основании Классификации видов целевого назначения земель».

ЛИТЕРАТУРА

1 Борздова, Т. В. Кадастровая оценка земель населенных пунктов: цели и порядок проведения в Республике Беларусь / Т. В. Борздова // Вісник Академії митної служби України. Серія: «Економіка». – 2015. – № 2 (54). – С. 13–23.

2 Генеральна схема планування території України. – К. : ДП «ДІПРОМІСТО», 2000. – 114 с.

- 3 Кагало, О. О. Розбудова екологічної мережі : принципи, проблеми, перспективи / О. О. Кагало // Наукові основи збереження біотичної різноманітності : зб. матеріалів дев'ятої наукової конференції молодих учених (м. Львів, 1–2 жовтня 2009 р.). – Львів : Ін-т екології Карпат НАН України. – 2009. – С. 10–13.
- 4 Комов, Н. В. Методологія управління земельними ресурсами: учеб. пособие. / Н. В. Комов, Д. Б. Арбатский. – Нижний Новгород : Изд-во Волго-Вятской академии гос. службы, 2000. – 246 с.
- 5 Кілочко, В. М. Удосконалення грошової оцінки земель в Україні : Моногр. – В. М. Кілочко. – К. : ТОВ "ЦЗРУ", 2004. – 160 с.
- 6 Ковальчук, І. П. Особливості прояву та врахування інженерно-інфраструктурних локальних факторів при нормативній грошовій оцінці земель населених пунктів / І. П. Ковальчук, О. М. Патиченко // Часопис картографії: Зб. наук. праць. – К. : КНУ ім. Тараса Шевченка. – 2016 – Вип. 16. – С. 6–23
- 7 Лойко, П. Ф. Современное многоукладное землепользование (некоторые аспекты теории, мировой и отечественной практики) / П. Ф. Лойко. – М. : ФКЦ «Земля», УНЦ «Земля», 2001. – 111 с.
- 8 Мартин, А. Г. Новий методичний підхід до нормативної грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення [Електронний ресурс] / А. Г. Мартин // Землеустрій і кадастр. – 2013. – № 2. – С. 37–59. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zik_2013_2_7. – Дата доступу: 15.05.2017.
- 9 Методологічно-методичні основи оцінки природнорекреаційного потенціалу земельних та інших природних ресурсів / А. М. Третяк, Г. В. Гребенник // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2015. – № 2–3. – С. 65–73.
- 10 Методичні основи грошової оцінки земель в Україні / Ю. Ф. Дехтяренко [и др.] – К. : Профі, 2007. – 624 с.
- 11 Патиченко, О. М. Принцип розрахунку коефіцієнтів локальних факторів в нормативній грошовій оцінці земель населених пунктів / О. М. Патиченко // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія географія. – 2016. – № 1., Вип. 40. – С. 242–250.
- 12 Патиченко, О. М. Регіональний та локальний рівні формування земельної ренти в нормативній грошовій оцінці земель населених пунктів / О. М. Патиченко // Природа Західного Полісся та прилеглих територій: Зб. Наук. праць – 2016 – № 13. – С. 55–69.
- 13 Порядок нормативної грошової оцінки земель населених пунктів [Електронний ресурс] / Наказ Мінагрополітики України. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z1647-16/page>. – Дата доступу: 15.05.2017.
- 14 Про екологічну мережу України: Закон України від 18.11.2012р. за №1864-ІУ [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2004. – № 45. – Ст. 502. – Режим доступу до документу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/екологічну%20мережу%20україни>. – Дата доступу: 23.03.2017.
- 15 Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 за № 1264-ХІІ [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1991. – № 41. – Ст. 546. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>. – Дата доступу: 14.04.2017.
- 16 Про природно-заповідний фонд України: Закон України від 16.06.1992 за № 2456-ХІІ [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1992. – № 34. – Ст. 502. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2456-12>. – Дата доступу: 23.03.2017.
- 17 Структура електронного документу про нормативну грошову оцінку земель населених пунктів [Електронний ресурс] / Офіційний веб-портал Центру державного земельного кадастру. – Режим доступу: <http://www.dzk.gov.ua/images/downloads/mosv/structura.pdf>. – Дата доступу: 23.03.2017.
- 18 Технічна документація з нормативної грошової оцінки земель м. Луцьк : Технічна документація. – К. : ДП «ДІПРОМІСТО», 2015. – 217 с.
- 19 Устінова, І. І. Екологічна безпека сталого розвитку / І. І. Устінова // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення (Мат-ли II Міжн. НПК). – 2006. – Харків, УкрНДІ екологічних проблем – С. 126–131.
- 20 Царик, Л. П. Географічні засади формування і розвитку природоохоронних систем Поділля: концептуальні підходи, практична реалізація / Л. П. Царик – Тернопіль : Видавн. відділ ТНПУ, 2009. – 320 с.

ELEMENTS OF UKRAINIAN ENVIRONMENTAL NETWORK ESTIMATION FEATURES IN THE BOUNDARIES OF SETTLEMENTS

Patychenko O.N.

The article discusses the existing normative and methodological base of the normative monetary estimation (NME) settlements lands improvement. It is pointed out the urgency of the nature reserve fund (NRF) creating objects and the problems in this issue - the resistance of the landowners to transferring their lands or parts of them to the NRF lands ; state encouraging lack of . A qualitatively new approach to the establishment of a normative monetary assessment of the NRF lands within the settlements boundaries is proposed: to attract all the local factors of the natural landscape rent-forming group, not to increase but lower the fixed values of the coefficients. It is proposed to approve the names of all the local factors of this group with the current legislation of Ukraine - Articles 61-63 of the Law of Ukraine "On Environmental Protection".

СЕЛЬСКАЯ ГАСПАДАРКА

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

В.В. Конончук*, **А.Н. Лицкевич***, **М.В. Гулькович****

*Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь, victorkon@mail.ru

**Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь, maria.gulkovich@gmail.com

Рассматриваются сравнительная экономическая оценка использования новых видов органических удобрений в целом. На примере органического удобрения «Эко-Диво», разработанного на основе отходов промышленного производства, приведен расчет экономической эффективности его применения.

Введение

В общем балансе **элементов питания, вносимых ежегодно в земледелии** Республики Беларусь, на долю органических удобрений приходится 30-40%. К органическим удобрениям относятся навоз, навозная жижа, птичий помет, компосты, сапрпель, зеленое удобрение и т.п.

С интенсификацией земледелия резко повышается роль органических удобрений в обеспечении положительного баланса гумуса, питательных элементов в почве, а также в существенном улучшении ее физических, физико-химических и биологических свойств [1, 2]. Поэтому органические удобрения никогда не потеряют своего значения, как бы ни были велики успехи в производстве минеральных удобрений.

Один из способов решения проблемы нехватки органических удобрений и улучшения гумусного состояния почв – использование в качестве компонентов удобрений органосодержащих отходов различных производств, одними из которых являются осадки сточных вод (ОСВ) перерабатывающих предприятий.

Использование осадков сточных вод для производства новых видов органических удобрений, по сравнению с другими методами утилизации ОСВ, отличается низкой энергоемкостью, экологической безопасностью при возделывании сельскохозяйственных культур и приводит к повышению их урожайности, что в целом способствует решению проблемы дефицита органических удобрений.

Методика и объекты исследования

В Полесском аграрно-экологическом институте НАН Беларуси получен новый вид органического удобрения «Эко-Диво» на основе ОСВ. Его эффективность оценена с экономической точки зрения в сравнении с традиционными видами и формами органических и минеральных удобрений.

Одной из основных задач проводимых нами исследований является экономическая оценка возможности использования разработанного органического удобрения под прогнозируемый урожай.

Объектом исследований выступали ОСВ молокоперерабатывающего предприятия ОАО «Щучинский маслосырзавод» и дефекаат ОАО «Скидельский сахарный комбинат». Для экономических расчетов **использованные статистические данные исследований за ряд лет об урожайности и затрат исследуемых сельскохозяйственных культур при различных дозах вносимого удобрения.**

Результаты и обсуждение

ОСВ разных предприятий сильно различаются по составу, свойствам, воздействию на ведущие компоненты окружающей среды (почвы, поверхностные и грунтовые воды и т. д.).

С точки зрения возможности использования осадков для получения удобрения важным является содержание в них органического вещества и элементов минерального питания. Основную часть сухого вещества осадков составляют органические соединения (85–65 %). Высокое содержание органического вещества в ОСВ обуславливает его потенциал как мелиоранта для улучшения гумусного состояния почв [3, 4].

ОСВ содержат необходимые растениям элементы питания (азот, фосфор, калий, микроэлементы) и по своей агрохимической ценности аналогичны традиционным органическим удобрениям. В литературе [5–8] приводятся следующие значения содержания основных элементов питания в осадках: азота 0,8–7,65 %, фосфора 0,6–5,6 %, калия 0,1–2,83 %.

Проблема утилизации отходов промышленных производств кроме технологического аспекта имеет важное экономическое и природоохранное значение. Экономический аспект использования отходов проявляется в существенной экономии денежных средств, связанных с хранением. Природоохранный аспект выражается включением в биологический круговорот веществ огромного количества биогенных элементов.

Исследования возможного применения отходов молокоперерабатывающих производств в аграрном секторе проводились на примере ОАО «Щучинский маслосырзавод». На предприятии ежегодно образуется свыше 2 тыс. т обезвоженного ОСВ, который по мере накопления вывозится на полигон твердых бытовых отходов и в настоящее время не перерабатывается, что требует значительных финансовых затрат на транспортировку, а также на уплату экологического налога. Ввиду того, что ОСВ имеет сложный вещественный состав с преобладающим содержанием органического вещества, азота и зольных элементов, а также обладает высокой питательной (удобрительной) ценностью для сельхозкультур, он может быть использован для получения органического удобрения.

Путем совместной переработки (компостирования) ОСВ ОАО «Щучинский маслосырзавод» и дефектата ОАО «Скидельский сахарный комбинат» получено органическое удобрение «Эко-Диво».

Смесь для компостирования содержала 85 % по массе на естественную влажность ОСВ и 15 % дефектата, так как в ходе предварительных лабораторных экспериментов было установлено, что подобное соотношение названных компонентов обеспечивает получение компоста с наилучшими агрохимическими характеристиками.

Компостирование смеси проводилось в буртах на открытом воздухе. При компостировании ОСВ значение рН достигло 6,8 ед., происходила частичная минерализация органического вещества, его содержание в компосте составило 52 %. В компосте содержалось 2,0 % общего азота, 1,8 % и 0,9 % подвижных соединений фосфора и калия (на сухое вещество).

Учитывая высокие материально-денежные издержки, связанные с утилизацией и хранением промышленных отходов, важно оценить экономическую эффективность использования отходов промышленного производства в аграрной сфере.

Результаты исследований характеризуются следующими данными (таблица 1).

Таблица 1 – Экономические показатели эффективности использования органического удобрения «Эко-Диво»

Показатели	«Эко-Диво»	
	20 т/га	30 т/га
Урожайность, ц/га	442,8	416,0
Прибавка (прирост) урожайности, ц/га	53,3	26,5
%	13,7	6,8
Внесение орг. удобрений, т/га	20,0	30,0

Затраты на внесение мин. удобрений, руб/га	8,88	13,32
Количество вносимых удобрений, усл.	8,62	12,93
Стоимость продукции, руб/га: всего	3099,6	2912,0
в т.ч. дополнительной	373,1	185,5
Окупаемость удобрений* (в пересчете на усл.), ц	51,4	32,2
руб.	359,7	225,2
Окупаемость затрат на внесение удобрений, всего	349,11	218,66
в т.ч. дополнительной продукции	42,02	13,93
Экономия денежных средств при использовании «Эко-Диво», руб.	31747,6	24147,9
Экономический эффект, руб., всего	72602,0	37689,4
в т.ч. на 1 га	663,03	516,29

*Примечание. Норматив окупаемости для кукурузы на зеленую массу (В.В. Лапа, 2011):

кормами, ц к.ед.	8,62	
продукцией, кг	190,00	
по расчету:		
кормами, ц к.ед.	11,75	
продукцией, кг	221,4	138,7

Исследования показали, что внесение созданного органического удобрения обеспечивает прибавку урожайности зеленой массы кукурузы на 13,7 % при внесении органического удобрения в дозе 20 т/га, а при внесении 30 т/га – на 6,8 %.

Анализ экономических показателей эффективности использования нового вида органического удобрения свидетельствует о положительном его влиянии на устойчивость и эффективность производства. При этом наиболее окупаемыми затраченные ресурсы и издержки являются при дозе внесения 20 т/га. Однако общий экономический эффект при использовании под кукурузу на зеленую массу является достаточно существенным и положительным вне зависимости от доз внесения и проявляется в получении дополнительной аграрной продукции, экономии денежных средств, связанных с утилизацией ОСВ, уплатой экологического налога, снижении затрат на внесение удобрений.

Таким образом, использование разработанного нового вида органического удобрения на основе ОСВ молокоперерабатывающих предприятий повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Комплексная оценка возможного использования отходов молокоперерабатывающих предприятий в аграрном производстве в стоимостном выражении, в сравнении возможной прибавки урожайности с дополнительными издержками при использовании, показала высокую его эффективность.

Выводы

1. Повышение эффективности и устойчивости развития агропромышленного производства предопределяет поиск и разработку новых видов органических удобрений. Одним из вариантов решения проблемы является переработка органосодержащих отходов промышленного производства. Ограниченность финансовых ресурсов предприятий значительно увеличивает спрос на объемы ресурсов органических удобрений, способных дополнять или заменять традиционно сложившиеся. В качестве таких удобрений выступают отходы отраслей промышленности: осадки сточных вод, торф, различные компосты, отходы биогазовых установок и т.д.

2. Исследования показывают высокий положительный эффект альтернативных органических удобрений на формирование урожайности сельскохозяйственных культур в сравнении с традиционными технологиями использования органических удобрений

3. На примере разработанного нового вида органического удобрения «Эко-Диво» выявлен положительный экономический эффект как на урожайность сельскохозяйственных культур, так и на экономические аспекты его использования. При этом оптимальной дозой внесения в сложившихся экономических условиях является доза 20 т/га.

4. В целом, вне зависимости от количества вносимых удобрений, эффективность использования нового органического удобрения является положительной, а экономический эффект в расчете на 1 га посевной площади составляет от 516,29 до 663,03 руб. и варьирует в зависимости от дозы внесения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Клебанович, Н. В. Основы химической мелиорации почв: курс лекций для студентов географического факультета / Н. В. Клебанович. – Мн., 2005. – 100 с.
- 2 Лапа, В. В. Система применения удобрений: учебное пособие / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы – Гродно : ГГАУ, 2011. – 418 с
- 3 Скрыльник, Е. В. Трансформация органического вещества осадков сточных вод в процессе биоконверсии / Е. В. Скрыльник, В. А. Гетманенко // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 1. – С. 172–179.
- 4 Афанасьев, Р. А. Подготовка и использование осадков сточных вод в качестве удобрения / Р. А. Афанасьев, Г. Е. Мерзлая // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 1. – С. 24–29.
- 5 Яромский, В. Н. Очистка сточных вод предприятий молочной промышленности / В. Н. Яромский. – Брест, 2004. – 107 с.
- 6 Мерзлая, Г. Е. Экологическая оценка осадка сточных вод / Г. Е. Мерзлая // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 4. – С. 38–42.
- 7 Чеботарев, Н. Т. Осадки сточных вод – на удобрение / Н. Т. Чеботарев // Агрохимический вестник. – 1999. – № 5. – С. 39–40.
- 8 Проблема утилизации осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрения сельскохозяйственных культур / А. Х. Куликова [и др.] // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии : Научно-теоретический журнал. – 2007. – № 1 (4). – С. 8–18.

ECONOMIC ASPECTS OF EFFICIENCY USE OF NEW TYPES OF ORGANIC FERTILIZERS

Kononchuk V.V., Litskevich A.N., Gulkovich M.V.

A comparative economic assessment of the use of new types of organic fertilizers as a whole is considered. On the example of organic fertilizer "Eco-Divo", developed on the basis of industrial waste, the calculation of the economic efficiency of its application is given.

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СРЕДНЕКИСЛОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

В.А. Сатишур, Е.А. Брыль, И.Г. Марзан

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь,
satischurviktor@mail.ru

В статье приведены результаты исследований влияния известкования с использованием доломитовой муки, дефеката, мелиоранта на основе карбидной извести на биологическую активность среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы. Установлено, что известкование среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы с использованием различных видов известковых мелиорантов способствовало улучшению биологической активности почвы, увеличивало численность полезной микрофлоры и нормализовывало ее функционирование.

Введение

Уровень почвенной кислотности – один из важнейших факторов, определяющих общую численность микроорганизмов и структуру микробных сообществ почвы, поскольку концентрация ионов водорода H^+ оказывает влияние на развитие, жизнедеятельность и метаболическую активность микроорганизмов, которые осуществляют ключевые процессы трансформации органического вещества и мобилизации элементов питания [1]. В основе микробного метаболизма лежат ферментные процессы. Уровень почвенной кислотности регулирует также активность почвенных ферментов, представляющих собой белки или их производные. Концентрация ионов водорода влияет на ионное состояние ферментов, ферментных субстратов и кофакторов, изменяя степень их ионизации и растворимости. Перечисленные физико-химические факторы определяют скорость ферментативных реакций, протекающих в почве [2, 3].

Изучение влияния известкования почвы на ее биологическую активность имеет экологическую значимость. При неблагоприятных показателях кислотности почвы снижается численность населяющих ее микроорганизмов, отмечаются негативные изменения структуры микробных сообществ. Важнейшие ферменты, связанные с циклами основных биогенных элементов, могут при этом частично денатурировать, что приводит к нарушению круговорота биогенных элементов и процессов формирования гумуса [3, 4]. В связи с этим актуальной задачей является количественная оценка изменений микробиологического статуса дерново-подзолистых почв в зависимости от доз и видов применяемых известковых мелиорантов.

Цель исследований – установить влияние различных доз и видов изучаемых известковых мелиорантов на биологическую активность дерново-подзолистой временно избыточно увлажненной супесчаной почвы, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком.

Методика и объекты исследования

Исследования проводились в рамках задания 1.11 «Комплексная оценка агроэкологических рисков в условиях Полесского региона и научное обоснование способов получения новых известковых мелиорантов и органических удобрений из производственных отходов» подпрограммы 1 «Природные ресурсы и экологическая безопасность» ГПНИ «Природопользование и экология» в лабораториях биохимии и агробиологии Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси. Многолетний стационарный полевой опыт 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).

В опыте изучалось влияние различных доз и видов изучаемых известковых мелиорантов на урожайность и качество сельскохозяйственных культур севооборота: кукуруза – яровой ячмень с подсевом клевера – клевер 1 г.п. – клевер 2 г.п. В 2016 г. возделывали кукурузу сорта Матеус (Mateus) FAO 190.

Схемой опыта предусмотрен контроль (без внесения удобрений и мелиорантов) и фон – с внесением органических удобрений в дозе 50,0 т/га при возделывании кукурузы и минеральных удобрений – под ячмень и клевер. В опыте использованы следующие виды известковых мелиорантов:

доломитовая мука производства ОАО «Доломит» влажностью 1% с содержанием магния – 21,0%, кальция 35% (в пересчете на CaCO_3 – 95,0%), марганца – 1150 мг/кг;

осадок фильтрационный (дефекат) производства ОАО «Жабинковский сахарный завод» в соответствии с ТУ ВУ 37602662.630-99 влажностью 14% с содержанием органического вещества – 12,9%, азота – 0,52%, фосфора – 0,68%, калия – 0,77%, кальция – 39,2 % (в пересчете на CaCO_3 – 70,0%);

новый известковый мелиорант на основе карбидной извести производства ИООО «Линде Газ Бел» в соответствии с ТУ ВУ 200035715.002-2017 влажностью 8% с содержанием калия – 0,40%, магния – 0,13%, кальция – 60,98% (в пересчете на CaCO_3 – 108,8%).

Повторность в опыте 4-х кратная. Общий размер опытной делянки – 30 м², учетная площадь делянки – 20 м².

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы опытного участка (до закладки эксперимента весной 2016 года): рН_{KCl} 4,5–4,9, содержание подвижного фосфора (0,2N HCl) – 254–411 мг/кг, калия (0,2N HCl) – 300–399 мг/кг, обменного кальция (1N KCl) – 605–699 мг/кг, обменного магния (1N KCl) – 307–360 мг/кг, гумуса – 2,0–2,4 %.

Степень почвенной кислотности является сильнодействующим фактором, влияющим как на общую численность микроорганизмов в почве, так и на структуру микробных сообществ [5-10]. Для количественной оценки различий в структуре микробных сообществ в зависимости от уровня кислотности почвы определяли численность наиболее значимых групп микроорганизмов, играющих роль в питании растений и формировании плодородия почвы. В свежееотобранных почвенных образцах определяли такие микробиологические показатели, как численность аммонифицирующих, нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий путем прямых посевов почвенных разведений на селективные среды с последующим подсчетом количества микроорганизмов. Целлюлозолитическую активность почвы определяли аппликационным методом с фильтровальной бумагой, по убыванию массы которой по истечении 30-ти суток пребывания в почве судили об интенсивности процесса разрушения целлюлозы [5-10].

Отбор почвенных образцов для микробиологических исследований проводили в третьей декаде июля 2016 г.

Погодные условия 2016 г. в период вегетации кукурузы были выше средних многолетних, а количества осадков хватило для создания хорошего урожая зеленой массы. Сев кукурузы провели в оптимальные сроки, когда температура воздуха достигла значений, необходимых для прорастания семян и появления всходов. Среднемесячная температура воздуха в мае составила в среднем 15,6 °С, что в свою очередь превысило средний многолетний показатель на 2,0 °С. Условия увлажнения были достаточными – 45 мм осадков. Всходы кукурузы появились на 12-16 день после сева. Листообразование у растений кукурузы началось во второй декаде мая и продолжалось до конца июня.

Температура июня 2016 года превысила среднее многолетнее значение на 2,5 °С, уровень увлажнения июня составлял 70 мм и соответствовал среднему многолетнему значению, что положительно отразилось на росте и развитии кукурузы. Июль характеризовался довольно теплой погодой с высоким уровнем увлажнения. У значительного количества растений кукурузы отмечалось выметывание метелки, цветение

метелки и початка. Уровень поступления тепла и влагообеспеченности посевов в этот период превысили средние многолетние значения на 1,7 °С и 43 мм соответственно.

Теплая влажная погода июля осложнилась в августе дефицитом осадков. Запасы продуктивной влаги в почве снизилась практически в два раза, что отразилось на росте и развитии кукурузы. На фоне благоприятного температурного уровня (18,9 °С) недобор осадков в августе по сравнению со средним многолетним значением составил 37 мм. В первой декаде августа начался налив зерна кукурузы. Рост растений практически прекратился.

Результаты и их обсуждение

Целлюлоза (клетчатка) – наиболее распространенный полисахарид растительного мира, высшие растения на 15–50% состоят из целлюлозы. В состав целлюлозы входит более 50% всего органического углерода биосферы и расщепление ее имеет большое значение в круговороте углерода. Являясь очень устойчивой к действию физико-химических факторов, она легко разлагается микроорганизмами с выделением углерода, который в форме различных соединений участвует в создании почвенного плодородия [5].

Микроорганизмы почв, разрушающие целлюлозу, служат важнейшими поставщиками органических веществ для разнообразных групп микроорганизмов (в том числе азотфиксирующих), связанных общей пищевой цепью. Поскольку активность целлюлозоредуцирующих микроорганизмов зависит также от наличия в почве доступного фосфора и других элементов, то степень распада клетчатки, можно считать, отражает направленность хода микробиологических процессов в целом.

Проведенные исследования показали, что внесение изучаемых известковых мелиорантов усиливало активность целлюлозоредуцирующих микроорганизмов по сравнению с почвой контрольного варианта (таблица 1).

Таблица 1 – Целлюлозолитическая активность дерново-подзолистой супесчаной почвы

Вариант опыта	Потери массы, %	Степень разрушения
Контроль	49,32	средняя
Органическое удобрение (ил очистных сооружений) 50,0 т/га – фон	54,36	сильная
Фон + доломитовая мука 2,3 т/га (0,5 Нг)	67,20	сильная
Фон + доломитовая мука 4,6 т/га (1,0 Нг)	62,44	сильная
Фон + доломитовая мука 6,9 т/га (1,5 Нг)	86,23	очень сильная
Фон + доломитовая мука 9,2 т/га (2,0 Нг)	96,11	очень сильная
Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	47,23	средняя
Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	59,84	сильная

Продолжение таблицы 1

Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	75,22	сильная
Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	89,65	очень сильная
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 2,0 т/га (0,5 Нг)	54,22	сильная
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 4,0 т/га (1,0 Нг)	56,05	сильная
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нг)	90,12	очень сильная
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нг)	96,40	очень сильная

Интерпретировав полученные экспериментальные данные потери массы целлюлозных квадратов как временные ряды, что обусловлено последовательностью увеличения доз изучаемых мелиорантов, установлена зависимость активности микроорганизмов от дозы внесения известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве, рассчитаны уравнения регрессии, где x – доза мелиоранта (рисунок 1).

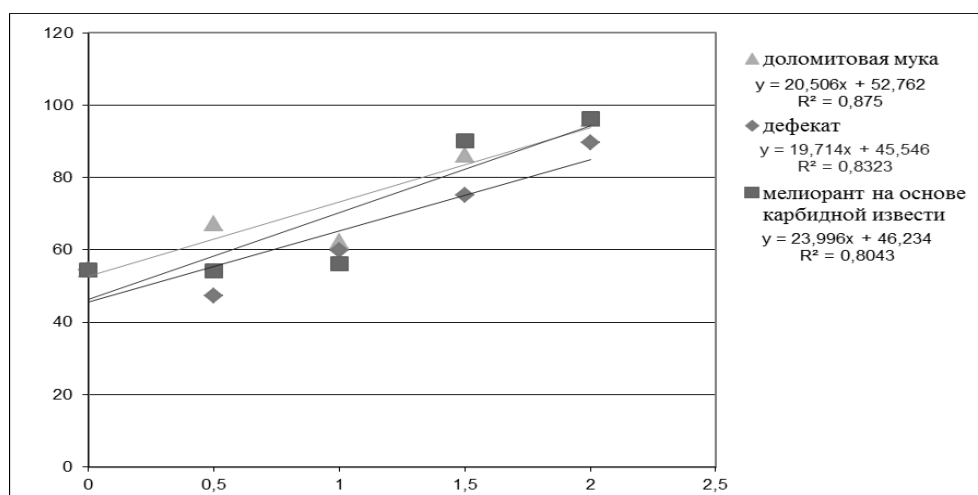


Рисунок 1 – Зависимость потери массы целлюлозы от доз внесения известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве

Установлена прямая зависимость усиления целлюлозолитической активности (по степени разложения целлюлозы) почвенных микроорганизмов, участвующих в круговороте углерода, от увеличения вносимых доз известковых мелиорантов. Кроме того, наибольшая активность микроорганизмов проявлялась в вариантах с внесением доломитовой муки и карбидной извести в дозах 1,5 и 2,0 Нг, дефектата в дозе 2,0 Нг.

Азот, входящий в состав белков и их производных, а также гумусовых кислот, становится доступным для растений в результате универсального микробиологического процесса – аммонификации. В ходе последовательного протеолитического разложения до полипептидов и аминокислот и далее под действием амидогидролаз и дезаминаз микробного происхождения азот органических соединений переходит в минеральную форму. Образующийся в почве при разложении белков аммиак, хотя и усваивается растениями в виде аммонийных солей, но лучшим источником азотистого питания для растений являются нитраты, которые и накапливаются в почве в результате деятельности нитрифицирующих бактерий. Денитрификация – это процесс восстановления нитратного азота до газообразных форм (NO , N_2O , N_2). Денитрификация является естественным биологическим процессом превращения азотистых веществ, но при ее активном протекании наблюдаются значительные потери азота из почвы, что снижает ее плодородие [7, 11].

Установлено, что с увеличением дозы вносимых мелиорантов увеличивалось количество микроорганизмов, участвующих в круговороте азота (таблица 2).

Таблица 2 – Численность микроорганизмов дерново-подзолистой супесчаной почвы участвующих в круговороте азота, тыс. кл/г почвы

Вариант опыта	Аммонификаторы	Нитрификаторы	Денитрификаторы
Контроль	21,18	239,56	1321,00
Органическое удобрение (ил очистных сооружений) 50,0 т/га – фон	29,34	287,12	1455,35
Фон + доломитовая мука 2,3 т/га (0,5 Нг)	29,54	300,20	1258,23
Фон + доломитовая мука 4,6 т/га (1,0 Нг)	40,05	329,86	1784,36
Фон + доломитовая мука 6,9 т/га (1,5 Нг)	63,80	498,77	2158,54
Фон + доломитовая мука 9,2 т/га (2,0 Нг)	71,42	536,23	2633,30
Фон + дефектат 2,9 т/га (0,5 Нг)	30,22	321,12	1459,63
Фон + дефектат 5,7 т/га (1,0 Нг)	32,60	311,25	1458,29
Фон + дефектат 8,6 т/га (1,5 Нг)	48,17	403,28	1589,65
Фон + дефектат 11,4 т/га (2,0 Нг)	60,22	559,81	2214,37
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 2,0	32,14	298,65	1312,55

т/га (0,5 Нг)			
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 4,0 т/га (1,0 Нг)	44,05	321,55	1968,88
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нг)	47,68	500,75	2400,35
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нг)	69,23	586,32	2856,12

В вариантах с внесением 1,5 и 2,0 Нг доломитовой муки и карбидной извести, а также дефеката в дозе 2,0 Нг лучше развиваются аммонифицирующие бактерии, обогащающие почву азотом за счет минерализации азотсодержащих органических веществ, в результате чего улучшается азотное питание растений (рисунок 2).

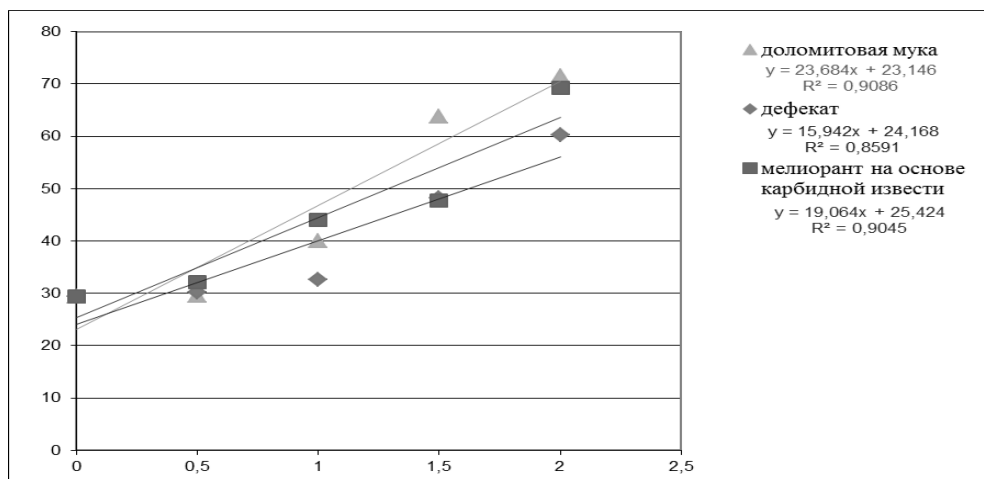


Рисунок 2 – Зависимость количества аммонифицирующих микроорганизмов от доз внесения известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве

В тех же вариантах с внесением известковых мелиорантов лучше развиваются и нитрифицирующие бактерии, обеспечивающие накопление в почве нитратного азота, что является одним из факторов почвенного плодородия. Большое количество этих микроорганизмов тесно связано с аммонифицирующей активностью почвы. Накопление почвой катионов NH_4^+ к концу вегетации растений послужило основной причиной высокой их численности (рисунок 3).

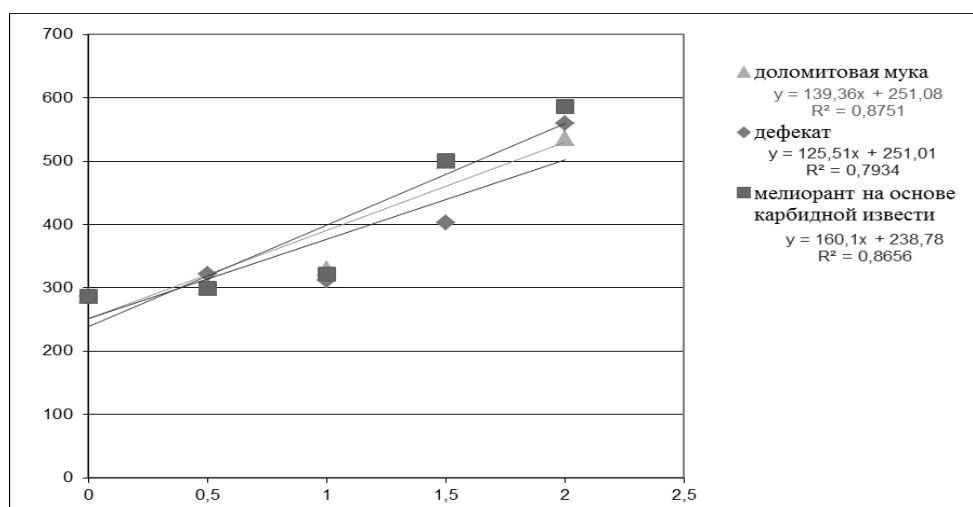


Рисунок 3 – Зависимость количества нитрифицирующих микроорганизмов от доз внесения известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве

При анализе количества денитрифицирующих бактерий отмечена та же зависимость (рисунок 4).

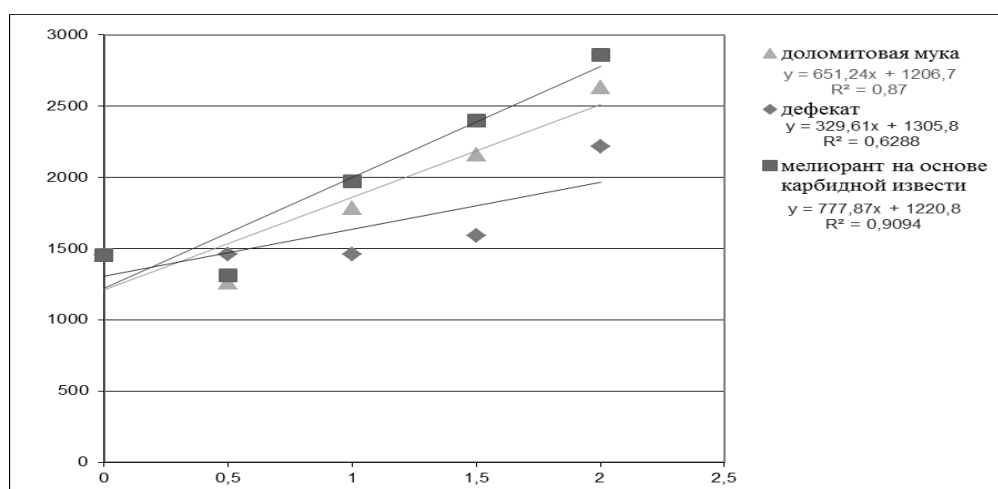


Рисунок 4 – Зависимость количества денитрифицирующих микроорганизмов от доз внесения известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве.

В процессе денитрификации нитраты используются в качестве окислителя органических веществ вместо молекулярного кислорода, что обеспечивает микроорганизмы необходимой энергией и обуславливает процессы самоочищения почвы от органического загрязнения. В проводимых исследованиях было выявлено, что применение органического удобрения в качестве фона в дозе 50 т/га привело к накоплению нитратов в получаемой сельскохозяйственной продукции до 522 мг/кг, что превышает значение допустимого уровня (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание нитратов в зеленой массе кукурузы при применении известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант опыта	Нитраты, мг/кг
Контроль	67
Органическое удобрение (ил очистных сооружений) 50,0 т/га – фон	522
Фон + доломитовая мука 2,3 т/га (0,5 Нг)	505
Фон + доломитовая мука 4,6 т/га (1,0 Нг)	490
Фон + доломитовая мука 6,9 т/га (1,5 Нг)	466
Фон + доломитовая мука 9,2 т/га (2,0 Нг)	464
Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	491
Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	475
Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	463
Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	459
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 2,0 т/га (0,5 Нг)	495
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 4,0 т/га (1,0 Нг)	456
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нг)	447
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нг)	400

Согласно действующим в Республике Беларусь ветеринарно-санитарным нормам по безопасности кормов максимально допустимый уровень содержания нитратов в зеленых кормах составляет 500 мг/кг. Внесение известковых мелиорантов на данных кислых почвах привело к улучшению условий существования денитрифицирующих микроорганизмов, а, следовательно, к снижению нитратов, как в почве, так и в самой продукции.

При расчете коэффициентов достоверности аппроксимации (R^2), показывающих степень соответствия трендовой модели исходным данным, установлено, что при внесении известковых мелиорантов данные показатели по активности целлюлозолитических микроорганизмов составили: $R^2=0,875$ (доломитовая мука), 0,8323 (дефекат), 0,8043 (мелиорант на основе карбидной извести); по численности аммонификаторов: $R^2=0,9086$ (доломитовая мука), 0,8591 (дефекат), 0,9045 (мелиорант на основе карбидной извести); по численности нитрификаторов: $R^2=0,8751$ (доломитовая мука), 0,7934 (дефекат), 0,8656 (мелиорант на основе карбидной извести); по численности денитрификаторов: $R^2=0,87$ (доломитовая мука), 0,6288 (дефекат), 0,9094 (мелиорант на основе карбидной извести).

Полученные значения коэффициентов подтверждают то, что увеличение дозы изучаемых известковых мелиорантов достоверно влияет на усиление численности и активности почвенной микрофлоры.

Выводы

1. Микробные сообщества почвы выполняют глобальные функции, формирующие почвенное плодородие – минерализацию и гумификацию органических остатков, трансформацию почвенных минералов, биологическую трансформацию азота. Неблагоприятная реакция почвенной среды вызывает депрессию ключевых функций почвы, обусловленную снижением численности полезной микрофлоры. Проведенные микробиологические исследования подтверждают необходимость регулирования уровня кислотности почв, как критического фактора для нормального функционирования микробных сообществ.

2. Известкование среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы с использованием различных видов известковых мелиорантов оказало положительное влияние на численность полезной микрофлоры и нормализовало ее функционирование, способствовало улучшению биологической активности почвы.

3. Данные по микробиологической активности почвы в вариантах с применением нового известкового мелиоранта на основе карбидной извести свидетельствуют о возможности его применения в сельскохозяйственной практике наряду с общепринятыми мелиорантами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. Л. Бабьева, Г. М. Зенова. – М. : МГУ, 2005. – 445 с.
- 2 Щербакова, Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества / Т. А. Щербакова. – Минск : Наука и техника, 1983. – 221 с.
- 3 Enzymes Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties / M. A. Tabatabai [et al]. // Soil Science Society of America, Madison. – 1994. – N 5. – P. 775–833.
- 4 Туев, Н. А. Микробиологические процессы гумусообразования / Н. А. Туев. – М. : ВО Агропромиздат, 1989. – 237 с.
- 5 Гельцер, Ю. Г. Биологическая диагностика почв / Ю. Г. Гельцер. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 78 с.
- 6 Добровольская, Т. Г. Методы выделения и идентификации почвенных бактерий / Т. Г. Добровольская, И. Н. Скворцова, Л. В. Лысак. – М. : Изд-во МГУ, 1989. – 71 с.
- 7 Звягинцев, Д. Г. Почва и микроорганизмы / Д. Г. Звягинцев – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.
- 8 Зенова, Г. М. Практикум по биологии почв: Учебное пособие / Г. М. Зенова, А. Л. Степанов, А. А. Лихачева, Н. А. Манучарова. – М. : Изд-во МГУ, 2002. – 120 с.
- 9 Котова, Д. Л. Методы контроля качества почвы / Д. Л. Котова, Т. А. Девятова, Т. А. Крысанова. – Воронеж, 2007. – 106 с.

10 Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1993. – 175 с.

11 Влияние уровня кислотности на биологическую активность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / В. В. Лапа [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – № 2. – 2013. – С. 50–57.

INFLUENCE OF LIME APPLICATION ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE SOUR SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

Satishur V.A., Bryl E.A., Marsan I.G.

The article presents the results of studies of the effect of lime application with use of dolomite powder, defecate, ameliorant based on carbide lime on the biological activity of sour sod-podzolic sandy loam soil. It was established that liming of sour sod-podzolic sandy loam soil with use of different types of limy ameliorants promoted improvement of biological activity of the soil, increased the number of the useful microflora and tormalize its functioning.

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ СРЕДНЕКИСЛОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ НА КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ

В.А. Сатишур, Е.Г. Артемук, И.А. Левченко, С.Н. Михальчук

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь,
satischurviktor@mail.ru

В статье приведены результаты исследований влияния известкования среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы с использованием доломитовой муки, дефеката, мелиоранта на основе карбидной извести на качество зеленой массы кукурузы. Установлено, что известкование среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы с использованием различных видов известковых мелиорантов оказало влияние на улучшение качества полученной продукции.

Введение

Сельскохозяйственные угодья, расположенные на дерново-подзолистых почвах, в естественном состоянии имеют плохие физические и химические свойства и характеризуются повышенной кислотностью. Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур на кислых почвах невозможно [1–9].

Отрицательное действие повышенной кислотности почвы, по мнению Н. И. Алямовского [1], Н. С. Авдониной [2, 3], М. Ф. Корнилова [4], Т. М. Германович [5–8] заключается в нарушении коллоидно-химических свойств протоплазмы растительных клеток, нарушении белкового обмена и торможении синтеза белков, изменении адсорбции катионов растениями, избытке органических кислот в клеточном соке.

Эффективным средством нейтрализации избыточной почвенной кислотности, как считают многие авторы [1–9], является известкование. Для каждого вида растений существует наиболее благоприятный для роста и развития интервал реакции почвенной среды. Большинство культурных растений лучше развиваются при реакции почвенного раствора, близкой к нейтральной (pH_{KCl} 5,8–6,5) [9].

Известкование кислых почв повышает урожайность и качество сельскохозяйственной продукции: увеличивает содержание крахмала в клубнях картофеля на 0,5–2 % и более, сахара в корнях сахарной свеклы – на 0,6–1 %, сырого протеина в зерне зерновых культур – на 0,5–1,1 % [1–9].

Доломитовая мука является наиболее ценным мелиорантом, преимущественно на легких почвах, однако, и самым дорогим в применении. Поскольку основная часть затрат приходится на закупку и перевозку мелиоранта, то использование местных известковых удобрений значительно удешевляет проведение известкования.

Применение производственных отходов (в первую очередь, дефеката сахарного производства и карбидной извести, образующейся в процессе получения ацетилена) для известкования кислых почв ранее сдерживалось из-за отсутствия в их составе магния, а так же из-за низкого содержания обменного магния в почвах в предшествующий известкованию период. По этим соображениям при полном обеспечении потребности в дешевой доломитовой муке известкование кислых почв с использованием производственных отходов считалось нецелесообразным.

В связи с широким применением доломитовой муки (содержащей магний) произошло повышение средневзвешенного содержания магния в пахотных почвах республики до уровня 211 мг/кг. В настоящее время около трех четвертей площади почв пахотных земель Беларуси характеризуется близкой к оптимальной обеспеченностью почв магнием. В то же время на 20,8 % площадей отмечается высокое (зачастую избыточное) содержание магния (более 300 мг/кг) [10].

В последние годы резко возросла стоимость доломитовой муки, значительно сокращаются объемы известкования, ощущается острый недостаток бюджетных средств,

выделяемых на известкование. Поэтому в настоящее время одним из способов удешевления работ по известкованию кислых почв может стать использование дешевых (местных) известковых мелиорантов, получаемых из производственных отходов, что позволит решить и экологические вопросы, поскольку накопление отходов ежегодно увеличивается.

Для нормальной жизнедеятельности организма КРС и его высокой продуктивности необходим целый комплекс питательных веществ. Причем, все питательные вещества в обменных процессах организма взаимосвязаны. Недостаток или избыток по сравнению с потребностью в каком-либо питательном веществе обязательно влечет за собой изменения в использовании организмом других питательных веществ. Наиболее полноценным кормом является зеленая масса – в ней содержатся жизненно важные для животного вещества в легкопереваримой и хорошо усвояемой форме. Кормовые качества зеленой массы зависят от вида растения и условий его произрастания, что отражается на химическом составе растений [8].

Цель исследований – установить влияние различных доз и видов изучаемых известковых мелиорантов на качество зеленой массы кукурузы, полученной на дерново-подзолистой временно избыточно увлажненной супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком.

Методика и объекты исследования

Исследования проводились в рамках задания 1.11 «Комплексная оценка агроэкологических рисков в условиях Полесского региона и научное обоснование способов получения новых известковых мелиорантов и органических удобрений из производственных отходов» подпрограммы 1 «Природные ресурсы и экологическая безопасность» ГПНИ «Природопользование и экология» в лаборатории биохимии ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси». Многолетний стационарный полевой опыт 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).

В опыте изучается влияние различных доз и видов изучаемых известковых мелиорантов на урожайность и качество сельскохозяйственных культур севооборота: кукуруза – яровой ячмень с подсевом клевера – клевер 1 г.п. – клевер 2 г.п. В 2016 г. возделывали кукурузу сорта Матеус (Mateus) FAO 190.

Схемой опыта предусмотрен контроль (без внесения удобрений и мелиорантов) и фон – с внесением органических удобрений в дозе 50,0 т/га при возделывании кукурузы, и минеральных удобрений – под ячмень и клевер. В опыте использованы следующие виды известковых мелиорантов:

- доломитовая мука производства ОАО «Доломит» влажностью 1 % с содержанием магния – 21,0 %, кальция 35 % (в пересчете на CaCO_3) – 95,0 %, марганца – 1150 мг/кг;
- осадок фильтрационный (дефекат) производства ОАО «Жабинковский сахарный завод» влажностью 14 % с содержанием органического вещества – 12,9 %, азота – 0,52 %, фосфора – 0,68 %, калия – 0,77 %, кальция – 39,2 % (в пересчете на CaCO_3) – 70,0 %;
- новый известковый мелиорант на основе карбидной извести производства ИООО «Линде Газ Бел» влажностью 8 % с содержанием калия – 0,40 %, магния – 0,13 %, кальция – 60,98 % (в пересчете на CaCO_3) – 108,8 %.

Повторность в опыте 4-кратная. Общий размер опытной делянки – 30 м², учетная площадь делянки – 20 м².

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы опытного участка (до закладки эксперимента весной 2016 года): рН_{KCl} 4,5–4,9; содержание подвижного фосфора (0,2N HCl) – 254–411 мг/кг, калия (0,2N HCl) – 300–399 мг/кг, обменного кальция (1N KCl) – 605–699 мг/кг, обменного магния (1N KCl) – 307–360 мг/кг, гумуса – 2,0–2,4 %.

Отбор образцов зеленой массы проводили в фазу молочно-восковой спелости перед уборкой кукурузы. Зоотехнический анализ зеленой массы кукурузы проведен в аккредитованных условиях СТБ ИСО/МЭК 17025–2007 по следующим методикам: сухое вещество по ГОСТ 27548–97 п. 5, п. 7, содержание нитратов по ГОСТ 13496.19–93, сырой протеин по ГОСТ 13496.4–93 п. 2, сырую клетчатку по ГОСТ 13496.2–91, обменную энергию по ГОСТ 27978–88 п. 3, содержание кормовых единиц по ГОСТ 27978–88 п. 3.

Погодные условия 2016 г. в период вегетации кукурузы были выше средних многолетних, а количества осадков хватило для создания хорошего урожая зеленой массы. Сев кукурузы провели в оптимальные сроки, когда температура воздуха достигла значений, необходимых для прорастания семян и появления всходов. Среднемесячная температура воздуха в мае составила в среднем 15,6 °С, что в свою очередь превысило средний многолетний показатель на 2,0 °С. Условия увлажнения были достаточными 45 мм осадков. Всходы кукурузы появились на 12-16 день после сева. Листообразование у растений кукурузы началось во второй декаде мая и продолжалось до конца июня.

Температура июня 2016 года превысила среднее многолетнее значение на 2,5 °С, уровень увлажнения июня составлял 70 мм и соответствовал среднему многолетнему значению, что положительно отразилось на росте и развитии кукурузы. Июль характеризовался довольно теплой погодой с высоким уровнем увлажнения. У значительного количества растений кукурузы отмечалось выметывание метелки, цветение метелки и початка. Уровень поступления тепла и влагообеспеченности посевов в этот период превысили средние многолетние значения на 1,7 °С и 43 мм соответственно.

Теплая влажная погода июля осложнилась в августе дефицитом осадков. Запасы продуктивной влаги в почве снизилась практически в два раза, что отразилось на росте и развитии кукурузы. На фоне благоприятного температурного уровня (18,9 °С) недобор осадков в августе по сравнению со средним многолетним значением составил 37 мм. В первой декаде августа начался налив зерна кукурузы. Рост растений практически прекратился.

Результаты и их обсуждение

Наряду с задачей получения высокой урожайности сельскохозяйственных культур немаловажное значение имеет и качество получаемой продукции. Изучение качественного состава получаемой продукции имеет первостепенное значение при возделывании кормовых культур, среди которых одно из первых мест в нашей республике занимает кукуруза. Жизнедеятельность живого организма неразрывно связана с обменом белковых и азотистых веществ. При недостатке белка в кормах у коровы снижаются удои и содержание жира в молоке.

В контрольном варианте содержание сырого белка в сухом веществе кукурузы составило 5,9 %, применение 50,0 т/га органических удобрений снизило содержание сырого белка по сравнению с контролем на 0,8 % (таблица 1).

Установлено, что известкование среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы привело к увеличению содержания сырого протеина по сравнению с фоном: на 0,6–3,0 % при использовании доломитовой муки; на 1,5–3,2 % при использовании мелиоранта на основе карбидной извести; на 0,8–1,6 % при использовании дефеката (рисунок 1).

Таблица 1 – Качество зеленой массы кукурузы при применении известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	ОЭ в сухом веществе, МДж/кг	К. ед. в сухом веществе	К. ед. в натуральном корме	Кальций, г/кг	Фосфор, г/кг	Нитраты, мг/кг
Контроль (без применения удобрений)	30,94	5,90	20,0	11,4	1,05	0,33	0,67	1,22	67
Органическое удобрение 50,0 т/га – фон	31,52	5,10	19,6	11,5	1,07	0,34	0,61	1,20	522
Фон + доломитовая мука 2,3 т/га (0,5 Нг)	35,64	5,72	19,9	11,4	1,06	0,38	0,81	1,47	505
Фон + доломитовая мука 4,6 т/га (1,0 Нг)	30,27	8,08	17,4	11,9	1,14	0,35	0,85	1,33	490
Фон + доломитовая мука 6,9 т/га (1,5 Нг)	32,38	7,12	13,8	12,5	1,27	0,41	1,00	1,39	466
Фон + доломитовая мука 9,2 т/га (2,0 Нг)	38,02	7,23	15,2	12,3	1,22	0,46	1,22	1,45	464
Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	28,95	5,93	14,1	12,5	1,26	0,36	0,87	1,16	491
Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	32,20	6,70	16,5	12,0	1,17	0,38	0,88	1,26	475
Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	32,25	6,16	15,6	12,2	1,20	0,39	0,97	1,18	463
Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	32,40	6,44	15,3	12,2	1,21	0,39	1,03	1,33	459
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 2,0 т/га (0,5 Нг)	31,85	4,93	16,8	12,0	1,16	0,37	0,90	1,14	495
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 4,0 т/га (1,0 Нг)	30,53	6,67	14,9	12,3	1,23	0,38	0,93	1,21	456
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нг)	33,15	6,56	13,6	12,6	1,28	0,42	0,95	1,23	447
Фон + мелиорант на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нг)	36,45	8,27	14,4	12,4	1,25	0,45	1,24	1,29	400

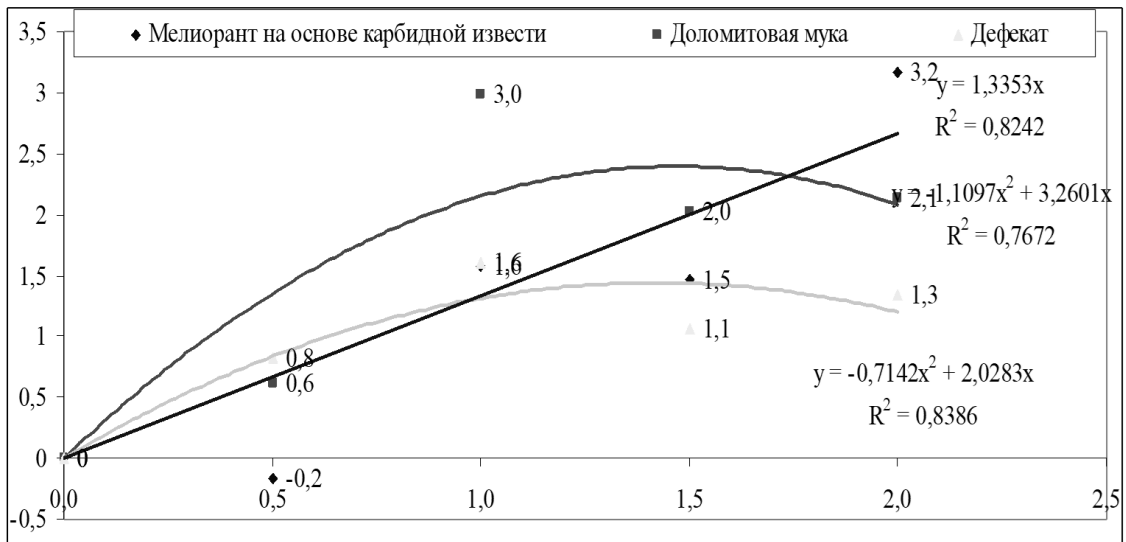


Рисунок 1 – Влияние известкования почвы на содержание сырого протеина, %

Для нормального течения физиологических процессов в рубце КРС и для перистальтики (ритмичное волнообразное сжатие и расслабление) желудочно-кишечного тракта необходима сырая клетчатка. В рубце клетчатка сбраживается с образованием уксусной, пропионовой и масляной кислот, которые являются основными источниками энергии. Клетчатка играет большую роль в энергетическом обмене и образовании составных частей молока. При недостатке в рационах клетчатки у коровы нарушаются процессы рубцового пищеварения и, как следствие, снижается жирность молока. Избыток сырой клетчатки приводит к снижению переваримости питательных веществ рациона и их использованию, что ведет к уменьшению удоя.

В контрольном варианте опыта содержание сырой клетчатки в сухом веществе кукурузы составило 20,0 %, применение 50,0 т/га органических удобрений снизило содержание сырой клетчатки по сравнению с контролем на 0,4 %. Установлено, что известкование среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы привело к снижению содержания сырой клетчатки по сравнению с фоном: на 2,2–4,4 % при использовании доломитовой муки; на 2,8–6,0 % при использовании мелиоранта на основе карбидной извести; на 3,1–5,5 % при использовании дефеката (рисунок 2).

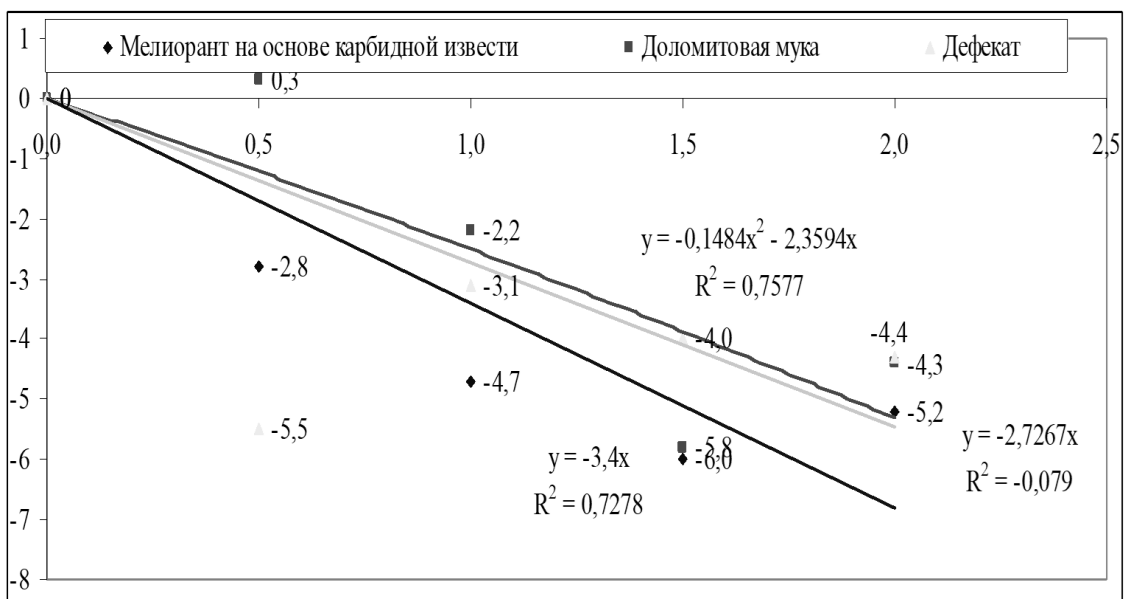


Рисунок 2 – Влияние известкования почвы на содержание сырой клетчатки, %

Зеленая масса кукурузы, полученная в контрольном варианте за счет плодородия кислой дерново-подзолистой супесчаной почвы, характеризовалась минимальным содержанием нитратов – 67 мг/кг. Применение 50,0 т/га органических удобрений достоверно увеличивало содержание нитратов в зеленой массе кукурузы до 522 мг/кг, что превышает значение МДУ. Согласно действующим в Республике Беларусь ветеринарно-санитарным нормам по безопасности кормов максимально допустимый уровень содержания нитратов в зеленых кормах составляет 500 мг/кг. Применение известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве на фоне внесения органических удобрений сопровождалось снижением содержания нитратов в зеленой массе кукурузы. Внесение дефеката обеспечило снижение содержания нитратов на 27–63 мг/кг, внесение доломитовой муки – на 17–58 мг/кг, мелиорант на основе карбидной извести – на 31–122 мг/кг (рисунок 3).

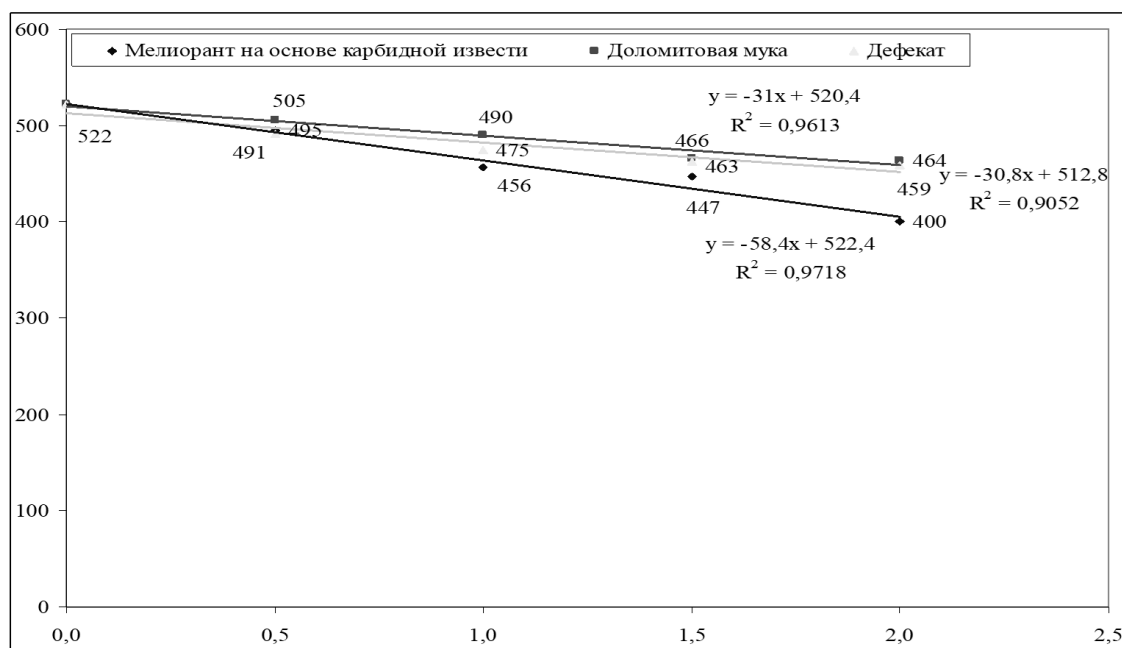


Рисунок 3 – Зависимость содержания нитратов (мг/кг) в зеленой массе кукурузы от доз внесения известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве

Интерпретировав полученные экспериментальные данные по содержанию нитратов в зеленой массе кукурузы как временные ряды, что обусловлено последовательностью увеличения доз, мы смогли установить трендовую зависимость содержания нитратов в зеленой массе от дозы внесения известковых мелиорантов на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве. Нами получены уравнения регрессии, отражающие зависимость содержания нитратов в зеленой массе кукурузы от дозы внесения мелиорантов: для доломитовой муки $y = -31x + 520,4$; для дефеката $y = -30,8x + 512,8$; для мелиоранта на основе карбидной извести $y = -58,4x + 522,4$, где x – доза мелиоранта.

Также мы произвели расчет коэффициентов достоверности аппроксимации (R^2), которые показывают степень соответствия трендовой модели исходным данным. Их значение может лежать в диапазоне от 0 до 1, чем ближе R^2 к 1, тем точнее модель описывает имеющиеся данные. При внесении известковых мелиорантов коэффициенты достоверности аппроксимации составили: $R^2 = 0,9613$ – для доломитовой муки, $R^2 = 0,9052$ – для дефеката; $R^2 = 0,9718$ – для мелиоранта на основе карбидной извести.

Выводы

1. При неблагоприятной реакции почвенной среды ухудшается поступление элементов питания и развитие растений кукурузы. Проведенные биохимические исследования качества зеленой массы подтверждают необходимость регулирования уровня кислотности почв как критического фактора для получения качественной продукции.

2. Известкование среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы с использованием различных видов известковых мелиорантов оказало влияние на улучшение качества зеленой массы кукурузы:

– содержание сырого протеина по сравнению с фоном при использовании доломитовой муки увеличилось на 0,6–3,0 %, при использовании дефеката на 0,8–1,6 %, при использовании мелиоранта на основе карбидной извести на 1,5–3,2 %;

– содержание сырой клетчатки по сравнению с фоном при внесении доломитовой муки снизилось на 2,2–4,4 %, при внесении дефеката на 3,1–5,5 %, при внесении мелиоранта на основе карбидной извести на 2,8–6,0 %;

– содержание нитратов в зеленой массе кукурузы при использовании дефеката снизилось на 27–63 мг/кг, при использовании доломитовой муки – на 17–58 мг/кг, при использовании мелиоранта на основе карбидной извести – на 31–122 мг/кг.

3. Данные по качеству зеленой массы кукурузы, полученные в вариантах с применением нового известкового мелиоранта на основе карбидной извести, свидетельствуют о возможности его применения в сельскохозяйственной практике наряду с общепринятыми мелиорантами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Алямовский, Н. И. Известковые удобрения в СССР / Н. И. Алямовский. – М. : Колос, 1966. – 256 с.
- 2 Авдонин, Н. С. Повышение плодородия кислых почв / Н. С. Авдонин. – М. : Колос, 1969. – 304 с.
- 3 Авдонин, Н. С. Агрохимия / Н. С. Авдонин. – М. : Изд-во МГУ, 1982. – 344 с.
- 4 Корнилов, М. Ф. Известкование кислых почв нечерноземной полосы ССР / М. Ф. Корнилов [и др.] – Л. : Колос, 1971. – 258 с.
- 5 Германович, Т. М. Влияние минеральных удобрений на качество семян гороха в зависимости от степени кислотности и обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы калием / Т. М. Германович, В. А. Сатишур // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 6. – С. 39–43.
- 6 Германович, Т. М. Урожайность и качество зерна ярового тритикале в зависимости от степени кислотности и обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы калием / Т. М. Германович, В. А. Сатишур // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 2 (43). – С. 157–166.
- 7 Сафроновская, Г. М. Урожайность и качество семян ярового рапса в зависимости от степени кислотности и обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы калием / Г. М. Сафроновская, Т. М. Германович, В. А. Сатишур // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 2 (43). – С. 174–183.
- 8 Сатишур, В. А. Эффективность известкования дерново-подзолистых легкосуглинистых почв / В. А. Сатишур, Т. М. Германович. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 134 с.
- 9 Минеев, В. Г. Плодородие и биопродуктивность почвы при длительном действии и последствии агрохимических средств / В. Г. Минеев, Н. Ф. Гомонова, М. Ф. Очинникова // Плодородие. – 2004. – №6 (21). – С. 12–13.
- 10 Богdevич, И. М. Динамика степени кислотности, обеспеченности кальцием и магнием пахотных и луговых почв Беларуси в результате известкования / И. М. Богdevич, О.Л. Ломонос, О.М. Таврыкина // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – №1 (52). – С. 159–171.

INFLUENCE OF LIME APPLICATION OF THE SOUR SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL ON THE QUALITY OF THE GREEN MASS OF CORN

Satishur V.A., Artsiamuk A.G., Leuchanka I.A., Mikhalchuk S.M.

In the article results of researches of influence of liming of sour sod-podzolic sandy loam soil with use of dolomite flour, defecate, ameliorant on the basis of carbide lime on quality of green quality of corn are resulted. It is established that lime application of the sour sod-podzolic sandy loam soil with use of different types of limy ameliorants affected on improvement of quality of the received production.

ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБОПЕРЕРАБОТКИ И ГРИБНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.А. Сатишур*, **И.И. Ильюкова****, **О.А. Борис****, **С.Ю. Петрова****, **Т.Н. Гомолко****,
С.Д. Красная**

*Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь,
satischurviktor@mail.ru

**Научно-практический центр гигиены, г. Минск, Беларусь

В статье приведены результаты токсиколого-гигиенических исследований альтернативных органических удобрений, полученных из отходов предприятий рыбопереработки и грибного производства. Установлено, что испытываемые удобрения можно отнести к малоопасным (IV класс) и рекомендовать для использования в качестве агрохимикатов в сельском хозяйстве.

Введение

Проблема утилизации отходов предприятий рыбопереработки и грибного производства в Брестской области обострилась в последнее десятилетие в связи с деятельностью соответствующих предприятий – СП «Санта Бремор» ООО и СООО «Бонше». В год на СООО «Бонше» Брестский район образуется до 15,0 тыс. т отработанного субстрата и до 1,8 тыс. т грибных корешков. Хранение отработанного субстрата в непосредственной близости от грибного производства может нанести огромный вред будущим урожаям шампиньонов. На СП «Санта Бремор» ООО в год образуется около 36,5 тыс. м³ производственных сточных вод. В результате их очистки на современных очистных сооружениях накапливается 2,0 тыс. т осадков производственных сточных вод в год, требующих дальнейшей утилизации.

Если данные отходы рассматривать не только с позиций загрязнения среды, но как недоиспользованное сырье, то представляется возможным вернуть их в ресурсный цикл. В связи с тем, что в 1 т осадка сточных вод предприятия рыбопереработки при естественной влажности содержится: 14,1 кг/т азота, 28,6 кг/т фосфора, 23,4 кг/т калия, то очевидна целесообразность его использования в качестве компонента при производстве альтернативных органических удобрений.

В то же время необходимо решить проблему неприятного запаха у осадков производственных сточных вод, что объясняется разложением белков, жировых соединений и масел. Решение выше перечисленных проблем возможно путем отработки оптимальных режимов компостирования отходов предприятий рыбопереработки и грибного производства с использованием аэратора смесителя компостов и микробиологического препарата для интенсификации очистки отходов от жировых соединений и масел. В 2016 году исследователями Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси в рамках выполнения задания П.1.5 ГНТП «Природопользование и экологические риски» на основе отходов названных предприятий разработаны новые альтернативные органические удобрения. С целью научного обоснования безопасного обращения новых удобрений в Республике Беларусь проведены их токсиколого-гигиенические исследования.

Методика и объекты исследования

Исследования альтернативных органических удобрений проведены в лаборатории профилактической и экологической токсикологии Научно-практического центра гигиены. В работе применялись общепринятые в лабораторной практике химико-аналитические, общеклинические, биохимические, гематологические, статистические методы [1–9]. В экспериментах использовали беспородных белых крыс.

Токсичность удобрений оценивали при однократном введении в желудок белым крысам. Препарат интрагастрально с помощью иглы-зонда вводили белым крысам массой 220 ± 10 г, дозы объемно не превышали физиологической вместимости желудка. Наблюдение за состоянием животных проводили в течение 14 дней после острого воздействия. Основным критерием токсического действия являлась доза, вызывающая 50 % гибель животных. Параметры острой пероральной токсичности определяли в экспериментах на белых беспородных крысах (в каждой группе по 7 особей) при введении водных растворов удобрений в дозе 5000 мг/кг, рассчитанных по весу нативных образцов удобрений.

Местно-раздражающее действие на кожу изучено на модели 4-часовых однократных аппликаций путем нанесения 50 % водной взвеси альтернативных органических удобрений на выстриженные участки кожи спины белых крыс (4x4 см) в дозе 20 мг/см².

Способность образцов удобрений к оказанию кумулятивных эффектов оценивали в эксперименте при ежедневном 20-кратном дозозмонотонном внутрижелудочном введении белым беспородным крысам. Использовали водные растворы удобрений в дозе 500 мг/кг, составляющей 1/10 LD₅₀. Животным контрольной группы вводили дистиллированную воду в эквивалентных объемах.

В ходе эксперимента изучали показатели, отражающие функциональное состояние ряда систем и органов животных. Для оценки функционального проявления кумулятивного действия препарата в эксперименте регистрировали ряд показателей (физиологические, гематологические, биохимические, относительные коэффициенты массы тела). Полученные результаты исследований подвергали статистической обработке методами, широко используемыми в экспериментальной токсикологии. Сравнение показателей животных опытной группы проводили с показателями животных контрольной группы, получавших внутрижелудочно дистиллированную воду в эквивалентных объемах.

Результаты и их обсуждение

Острая токсичность при внутрижелудочном введении. Однократное внутрижелудочное введение альтернативного органического удобрения во всех изученных дозах не вызывало проявлений симптомов интоксикации у животных. Гибели животных на протяжении всего периода наблюдений не отмечалось. Исследованиями установлено, что при однократном введении в желудок белым крысам удобрения среднесмертельная доза (ЛД₅₀), составляет > 5000 мг/кг, что позволяет отнести изученное удобрение к малоопасным (IV класс) согласно ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Однократное внутрижелудочное введение альтернативного органического удобрения во всех изученных дозах не вызывало проявлений симптомов интоксикации у животных. Гибели животных на протяжении всего периода наблюдений не отмечалось. Исследованиями установлено, что при однократном введении в желудок белым крысам удобрения среднесмертельная доза (ЛД₅₀), составляет > 5000 мг/кг, что позволяет отнести изученное удобрение к малоопасным (IV класс) согласно ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Раздражающее действие на кожу лабораторных животных. После аппликации и в последующие 14 дней наблюдения клинических симптомов интоксикации и гибели подопытных крыс не наблюдалось. Растворы удобрений при экспозиции 4 часа не вызывают раздражения кожных покровов. Отек кожи (0 баллов) и эритема (0 баллов) отсутствовали. Таким образом, альтернативные органические удобрения не обладают раздражающим действием на кожные покровы.

Кумулятивные свойства. Кумулятивные свойства альтернативных органических удобрений из отходов предприятий рыбопереработки и грибного производства марка А «Компост» и марка Б «Гранулы» испытаны при 20-кратном дозозмонотонном

внутрижелудочном введении самкам крыс в дозе 500 мг/кг. Повторное внутрижелудочное введение удобрений не приводило к появлению видимых признаков интоксикации, гибель животных в ходе эксперимента не наблюдалась.

Макроскопическое исследование. Внешний осмотр. В контрольных и опытной группах животные были правильного телосложения. Шерстный покров сплошной, видимые слизистые оболочки и кожные покровы нормальной окраски. Почки обычной формы, на разрезе серовато-вишневого цвета с различной границей между корковым и мозговым веществами. Капсула гладкая, блестящая, снимается без потери вещества. Поверхность почек после снятия капсулы гладкая, блестящая. Поверхность печени гладкая, края острые, на разрезе темно-красного цвета с кровянистым соскобом.

Статистическая достоверность различий между опытными и контрольной группами животных оценена при уровне значимости $p \leq 0,05$.

В ходе экспериментов не отмечено гибели лабораторных животных, статистически значимых различий по массе тела по сравнению с контрольными животными (таблица 1).
Таблица 1 – Масса тела белых крыс при внутрижелудочном введении удобрений, Me (25%; 75% квантили)

Группы животных	Масса тела, г
Контроль	220,0 (200,0; 230,0)
Удобрение марки А «Компост»	205,0 (200,0; 210,0) $p=0,277$
Удобрение марки Б «Гранулы»	210,0 (200,0; 215,0) $p=0,337$

При многократном внутрижелудочном поступлении удобрения марки А «Компост» относительный коэффициент массы (ОКМ) селезенки увеличился в сравнении с контролем; ОКМ печени, сердца, почек и надпочечников не отличались от величин, полученных в контрольной группе лабораторных животных. При многократном внутрижелудочном поступлении удобрения марки Б «Гранулы» ОКМ печени, сердца, почек, селезенки и надпочечников не отличались от величин, полученных в контрольной группе лабораторных животных (таблица 2).

Таблица 2 – Относительные коэффициенты масс внутренних органов белых крыс при внутрижелудочном введении удобрений, Me (25%; 75% квантили)

Исследуемые показатели, кг ⁻³ /кг	Группы животных		
	Контроль	Удобрение марки А «Компост»	Удобрение марки Б «Гранулы»
ОКМ печени	31,38(28,31; 32,31)	29,55 (29,04; 33,83) $p=0,749$	31,14 (29,10; 33,35) $p=0,654$
ОКМ почек	6,95 (6,50; 7,31)	7,21 (6,90; 7,35) $p=0,406$	6,57 (6,51; 7,09) $p=0,482$
ОКМ сердца	3,68 (3,59; 3,86)	3,75 (3,65; 3,85) $p=0,306$	3,80 (3,55; 4,04) $p=0,565$
ОКМ селезенки	4,70 (4,55; 5,38)	5,61 (5,15; 6,65) $p=0,035^*$	5,10 (4,38; 5,25) $p=0,848$
ОКМ надпочечников	0,26 (0,24; 0,30)	0,25 (0,25; 0,28) $p=0,949$	0,26 (0,24; 0,26) $p=0,406$

* статистически значимые различия при сравнении показателей подопытных животных с контролем при $p < 0,05$

В ходе эксперимента установлено, что внутрижелудочное введение удобрения марки А «Компост» не вызывает статистически значимых изменений биохимических показателей в сыворотке крови подопытных животных по сравнению с контролем. Введение удобрения марки Б «Гранулы» вызывает увеличение концентрации общего белка в сыворотке крови, при этом статистически значимых изменений других биохимических показателей в сыворотке крови подопытных животных не выявлено (таблица 3).

Таблица 3 – Биохимические показатели крови белых крыс при внутрижелудочном поступлении удобрений, Ме (25%; 75% квартили)

Группы животных	Общий белок, г/л	Мочевина, ммоль/л	Активность АЛАТ, Ед/л	Активность АСАТ, Ед/л	Креатинин, мкмоль/л
Контроль	58,4 (54,3; 63,9)	4,73 (4,32; 5,18)	69,5 (56,5; 76,5)	223,4 (197,0; 245,0)	65 (56,0; 76,5)
Удобрение марки А «Компост»	64,6 (54,6; 65,9) p=0,224	4,58 (4,50; 5,10) p=0,798	64,3 (52,4; 79,3) p=0,848	235,0 (215,0; 241,3) p=0,798	69 (64; 75) p=0,371
Удобрение марки Б «Гранулы»	67,3 (65,4; 67,8) p=0,025*	4,89 (4,71; 5,13) p=0,749	67,9 (64,3; 71,0) p=0,848	217,4 (199,1; 229,5) p=0,749	61 (56; 65) p=0,654

* статистически значимые различия при сравнении показателей подопытных животных с контролем при p < 0,05

Дозомонотонное внутрижелудочное введение удобрения марки А «Компост» не оказывает отрицательного воздействия на морфологический состав периферической крови. При введении удобрения марки Б «Гранулы» отмечено статистически достоверное снижение количества эритроцитов в крови опытных животных по сравнению с контролем, остальные показатели не отличаются от контроля (таблица 4).

Таблица 4 – Морфологический состав периферической крови белых крыс при внутрижелудочном введении удобрений, Ме (25%; 75% квартили)

Исследуемые показатели	Группы животных		
	Контроль	Удобрение марка А «Компост»	Удобрение марка Б «Гранулы»
Эритроциты, 10 ¹² /л	8,10 (7,80; 8,45)	7,50 (7,15; 8,10) p=0,063	7,48 (7,00; 7,88) p=0,025*
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	15,00 (14,50; 18,80)	15,80 (14,10; 19,80) p=0,749	16,50 (13,90; 18,00) p=0,898
Гемоглобин, г/л	142 (139; 145)	141 (135; 150) p=0,609	140 (138; 145) p=0,443
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	710 (690; 751)	707 (672; 751) p=0,848	748 (680; 795) p=0,749

* статистически значимые различия при сравнении показателей подопытных животных с контролем при p < 0,05

При воздействии удобрения марки А «Компост» со стороны показателей функционального состояния почек у подопытных животных не отмечено достоверных отличий по сравнению с контрольной группой. При воздействии удобрения марки Б «Гранулы» со стороны показателей функционального состояния почек у подопытных животных отмечено достоверное увеличение мочевины и снижение рН мочи по сравнению с контрольной группой (таблица 5).

Таблица 5 – Показатели функционального состояния почек белых крыс при внутрижелудочном введении удобрений, Ме (25%; 75% квартили)

Группы животных	рН, ед.рН	Суточный диурез, мл	Мочевина, ммоль/л	Общий белок, г/л	Креатинин, мкмоль/л
Контроль	7,5 (7,0; 7,5)	5,8 (4,9; 7,6)	158 (140,5; 166,0)	1,4 (1,3; 1,7)	4175 (3800; 4450)
Удобрение марка А «Компост»	6,75 (6,5; 7,5) p=0,297	7,75 (5,8; 8,4) p=0,297	133,25 (114,0; 139,0) p=0,373*	1,55 (1,1; 1,8) p=0,872	2950 (2550; 4200) p=0,173
Удобрение марка Б «Гранулы»	6,0 (6,0; 6,0) p=0,003*	6,65 (4,4; 7,3) p=1,00	188,25 (172,5; 195,5) p=0,020*	1,55 (0,9; 1,9) p=0,936	4200 (3900; 4450) p=0,872

* статистически значимые различия при сравнении показателей подопытных животных с контролем при $p < 0,05$

Следовательно, экспериментальные данные свидетельствуют, что в условиях повторного 20-кратного внутрижелудочного введения альтернативных органических удобрений из отходов предприятий рыбопереработки и грибного производства марки А «Компост» и марки Б «Гранулы» белым крысам в дозах, кратных 1/10 ЛД₅₀, кумулятивных эффектов по критерию смертности не выявлено. Коэффициент кумуляции по критерию летальности больше 5.

Введение альтернативных органических удобрений из отходов предприятий рыбопереработки и грибного производства марки А «Компост» и марки Б «Гранулы» в организм подопытных животных вызывает ответную реакцию, проявляющуюся незначительными колебаниями показателей, характеризующих систему кроветворения. Исследования показали, что многократное введение удобрений не оказывает токсического действия на организм крыс.

Содержание тяжелых металлов и удельная эффективная активность природных радионуклидов в альтернативных органических удобрениях из отходов предприятий рыбопереработки и грибного производства представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Содержание тяжелых металлов, мышьяка и естественных радионуклидов в альтернативных органических удобрениях

Наименование	Свинец, мг/кг	Хром, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Никель, мг/кг	Цинк, мг/кг	Ртуть, мг/кг	Мышь, мг/кг	Удельная активность природных радионуклидов А _{эфф} , Бк/кг	
								образец	норма
Альтернативное органическое удобрение марки А «Компост»	5,32	6,44	н.о.	3,90	1720,0	н.о.	0,06	< 75	1000,0
Альтернативное органическое удобрение марки Б «Гранулы»	9,33	13,55	н.о.	6,08	3005,0	0,03	0,125	< 75	1000,0
Методы исследований	МВИ.МН 3057-2008					МВИ ртуть	ГОСТ 31870-2012	МВИ.МН 1823-2007	
н.о. – не обнаружено на уровне чувствительности методики									

В альтернативных органических удобрениях марки А «Компост» и марки Б «Гранулы» не обнаружено кадмия и ртути на уровне чувствительности методов определения. Содержание цинка, мышьяка, свинца, хрома, никеля в пересчете на норму расхода будет превышать установленный норматив для почвы. Удельная эффективная активность природных радионуклидов в удобрениях не превышает установленный норматив. Следовательно, применение агрохимикатов не будет приводить к загрязнению почвы выше гигиенических нормативов.

Выводы

Проведенные токсиколого-гигиенические исследования позволили установить следующее:

1 DL₅₀ альтернативного органического удобрения марки А «Компост» для белых крыс составляет более 5000 мг/кг, что позволяет отнести изученное вещество к малоопасным (IV класс) при однократном внутрижелудочном введении согласно ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

2 DL₅₀ альтернативного органического удобрения марки Б «Гранулы» для белых крыс составляет более 5000 мг/кг, что позволяет отнести изученное вещество к малоопасным (IV класс) при однократном внутрижелудочном введении согласно ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

3 Образцы удобрений не обладают местно-раздражающим действием на кожные покровы лабораторных животных.

4 Образцы удобрений не обладают кумулятивными свойствами и не проявляют токсичности в подостром эксперименте при внутрижелудочном введении животным. Коэффициент кумуляции по критерию летальности больше 5.

5 Содержание в удобрениях токсичных металлов в пересчете на норму расхода не будет приводить к загрязнению почвы выше гигиенических нормативов.

6 Удельная эффективная активность природных радионуклидов в удобрениях не превышает установленный норматив.

7 Альтернативные органические удобрения марки А «Компост» и марки Б «Гранулы» разработанные Полесским аграрно-экологическим институтом Национальной академии наук Беларуси на основе отходов предприятий рыбопереработки и грибного производства рекомендуются к использованию в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1 Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов № 4263-87: утв. МЗ СССР 13 марта 1987 г. – Киев, 1988. – 210 с.

2 ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Введен 01.01.1977, – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 8 с.

3 Санитарные нормы и правила. Требования к применению, условиям перевозки и хранения пестицидов (средств защиты растений), агрохимикатов и минеральных удобрений: утв. Постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 27.09.2012 № 149. – Минск, 2012. – 91 с.

4 Инструкция № 1.1.11–12–35–2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ: утв. Постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 14.12.2004. – Минск, 2004. – 41 с.

5 Елизарова, О. Н. Определение пороговых доз промышленных ядов при пероральном введении / О. Н. Елизарова. – М. : Медицина, 1971. – 191 с.

6 Кост, Е. А. Справочник по клиническим лабораторным методам исследования / Е. А. Кост. – М. : Медицина, 1975. – 360 с.

7 Камышников, В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике/ В. С. Камышников. – Минск : Беларусь, 2000. – Т.1. – С. 196–197.

8 Камышников, В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике/ В. С. Камышников. – Минск : Беларусь, 2000. – Т.2. – С. 13–16.

9 Шварц, С. С. Динамика изменения веса и весовые индексы внутренних органов у белых мышей в зависимости от состава газовой среды и питания / С. С. Шварц, Л. С. Вознесенский, С. А. Шишкина // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1973. – Т. 7. – № 4. – С. 30–34.

TOXICOLOGICAL-HYGIENIC INVESTIGATIONS OF ALTERNATIVE ORGANIC FERTILIZERS RECEIVED FROM WASTE FROM FISHING AND FROZEN PRODUCTION ENTERPRISES

Satishur V.A., Plyukova I.I., Boris O.A., Petrova S.U., Gomolko T.N., Krasnaj S.D.

The article presents the results of toxicological and hygienic studies of alternative organic fertilizers obtained from waste from fish processing and mushroom production enterprises. It is established that the tested fertilizers can be classified as low-risk (grade IV) and recommended for use as agrochemicals in agriculture.

САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕССКОГО РЕГИОНА

А.В. Сорока, Е.А. Брыль, А.С. Антонюк

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь, *agrosoilgrass@yandex.ru*

В статье приведены результаты исследования микробиологического загрязнения различных видов навоза крупного рогатого скота. Установлено, что уровень микробной контаминации варьирует в зависимости от вида навоза. Применение жидкой фракции сепарированного бесподстилочного навоза в качестве органического удобрения по микробиологическим показателям является наиболее эколого-безопасным.

Введение

Сельскохозяйственные предприятия являются одними из сложнейших антропогенных систем, функционирующих в природной среде и оказывающих непосредственное, как правило, негативное воздействие. В этой связи ведение хозяйства должно быть в максимальной степени экологически обоснованным и сбалансированным.

Из всех видов органических удобрений первое место по значимости для сельского хозяйства занимают отходы животноводства, являющиеся неотъемлемой частью технологического процесса получения продукции на животноводческих фермах. Бесподстилочный навоз крупного рогатого скота (КРС) – важнейшее органическое удобрение, содержащее все основные питательные вещества, необходимые растениям, в первую очередь – азот, фосфор, калий, магний, железо, а также микроэлементы – бор, молибден, кобальт, марганец, медь и др. Использование навоза как важного источника элементов питания растений имеет большое значение для регулирования круговорота веществ в земледелии, сохранения и повышения содержания гумуса в почвах, поскольку с ним в почву возвращается значительное количество органического вещества и минеральных соединений. Кроме того, с навозом в почву попадает огромное количество микроорганизмов, что значительно увеличивает микробиологическую активность почвы. Каждая тонна внесенного в почву навоза обеспечивает дополнительную прибавку урожая культур севооборота. Повышение их урожайности в значительной степени зависит также от качества применяемого навоза, правильности его хранения и использования [1–3].

Эксплуатация животноводческих комплексов КРС выдвинула ряд серьезных проблем, связанных с охраной природы. С увеличением поголовья скота на животноводческих комплексах высоко актуальной становится проблема утилизации отходов, в первую очередь, бесподстилочного навоза, количество и качество которого зависят от вида и возраста животных, типа кормления, продолжительности откорма или стойлового содержания, количества воды, расходуемой при уборке навоза, и технологии накопления.

Бесподстилочный навоз относится к категории нестабильных органических загрязнителей и может быть причиной опасных заболеваний человека и животных. С экологической точки зрения микрофлору бесподстилочного навоза делят на свойственную животным и типичную для компонентов окружающей среды (почва или вода). Причем в свежем бесподстилочном навозе содержится больше организмов из микробного сообщества животных, в то время как представителей почвенной микрофлоры намного меньше [4–6].

По отношению к сухому веществу в навозе может содержаться до 20 % микробной биомассы. Литературные источники содержат сведения о том, что необезвреженный бесподстилочный навоз может содержать до 2 млрд/г микроорганизмов, в том числе

бактерий группы кишечной палочки (БГКП) до 4,5 млн/г, фекальных энтерококков до 17 млн/г. Кроме того, очень часто присутствуют патогенные энтеробактерии рода *Salmonella spp.* и патогенные сероварианты БГКП [7–9].

Навоз – благоприятная среда для существования микроорганизмов. Сроки выживания многих патогенных бактерий в подстилочном навозе колеблются в среднем до 12 месяцев. В то время как подстилочный навоз обладает свойством естественного обеззараживания по причине самосогревания, бесподстилочный навоз таким свойством обладает в меньшей степени либо не обладает вообще, что приводит к увеличению срока выживаемости патогенной микрофлоры, яиц гельминтов и цист патогенных простейших более чем в 3 раза. Повышение содержания в навозе сухого вещества приводит к снижению численности патогенных микроорганизмов. При разделении бесподстилочного навоза на фракции до 40 % бактерий уходит в жидкую часть, а остальные остаются в твердой, что приводит к снижению экологическую опасности применения жидкой фракции в качестве органического удобрения [10, 11].

В этой связи весьма актуальными являются исследования по микробиологической оценке различных видов органических отходов крупного рогатого скота с целью объективного определения степени их опасности для окружающей среды.

Методика и объекты исследования

Объектами исследований являлись различные виды навоза КРС.

Исследования проводились в Полесском аграрно-экологическом институте НАН Беларуси в соответствии с общепринятыми методами и соответствующими инструкциями [12–15].

Санитарно-бактериологическая оценка навоза проводилась по определению общего микробного числа (ОМЧ), клостридиум перфрингенс, БГКП, фекальных энтерококков, патогенных энтеробактерий.

ОМЧ определяли с использованием плотной среды (мясо-пептонный агар) и последующим подсчетом колоний. Определение клостридий проводили на плотной среде Вильсон-Блера. Для индикации БГКП использовали жидкую глюкозопептонную среду и плотную среду Эндо с последующей микроскопией выросших колоний. Выделение фекальных энтерококков проводили на жидких лактозо-пептонной и молочно-ингибиторной средах с последующим окрашиванием по Грамму и микроскопированием колоний. Выделение сальмонелл осуществляли методами с использованием жидких и плотных питательных сред Мюллера Кауфмана, селенитового бульона и висмут-сульфитного агара.

Результаты и их обсуждение

Санитарное состояние органических удобрений – совокупность их характеристик, определяющих качество и степень безопасности в эпидемическом и гигиеническом отношении. По данным Всемирной организации здравоохранения навоз и навозные стоки могут быть источниками передачи около 100 видов возбудителей особо опасных болезней животных и человека [7]. Вместе с тем следует учитывать, что в современных условиях ведения животноводства навоз является ценным сырьевым материалом для использования в различных отраслях сельского хозяйства, а значит, органические удобрения на основе бесподстилочного навоза крупного рогатого скота должны быть экологически безопасными для окружающей среды. Для оценки агроэкологической безопасности применения органических удобрений оценен общий пул микроорганизмов (таблица 1) и проведены санитарно-бактериологические исследования (таблица 2) различных видов навоза КРС.

Таблица 1 – Общая численность микроорганизмов в различных видах навоза крупного рогатого скота

№ п/п	Виды органических удобрений КРС	Общее микробное число, млн/г
1	Полужидкий бесподстилочный навоз	64,58
2	Навозные стоки доильных залов	22,98
3	Подстилочный навоз	14,20
4	Жидкий навоз после сепарации	7,61

Таблица 2 – Санитарно-бактериологические показатели различных видов навоза крупного рогатого скота

№ п/п	Виды органических удобрений КРС	Клостридиум перфрингенс, кл/г	БГКП, кл/г	Фекальные энтеро-кокки, кл/г	Патогенные энтеробактерии, кл/г
1	Навозные стоки доильных залов	-	$8,6 \times 10^5$	$5,2 \times 10^5$	-
2	Полужидкий бесподстилочный навоз	4	$4,1 \times 10^6$	$5,7 \times 10^6$	3
3	Жидкий навоз после сепарации	-	$4,1 \times 10^5$	$3,6 \times 10^4$	-
4	Подстилочный навоз	4	$7,6 \times 10^5$	$2,2 \times 10^6$	2

В результате санитарно-гигиенической оценки различных видов органических удобрений КРС установлено, что для нативного полужидкого бесподстилочного навоза сплавной системы навозоудаления характерна высокая степень микробного загрязнения.

ОМЧ такого навоза составило 64,58 млн/г колониеобразующих единиц (КОЕ). Количество БГКП исчислялось 10^6 кл/г навоза и составляло $4,1 \times 10^6$ кл/г. Количество фекальных энтерококков было ожидаемо высоким по причине их естественного местообитания в нативном навозе. Количество данных микроорганизмов составило $5,7 \times 10^6$ кл/г. Был установлен минимальный (до 10 кл/г) уровень загрязнения бактерией *S. perfringens*, но в то же время отмечено наличие патогенных энтеробактерий рода *Salmonella spp.*, что свидетельствует о возможной эпизоотической и экологической опасности применения в качестве органического удобрения данного вида навоза при возделывании сельскохозяйственных растений.

При анализе микробного загрязнения навозных стоков доильных залов установлено, что общая численность микроорганизмов ниже в 2,8 раза по сравнению с этим же показателем полужидкого бесподстилочного навоза и составляет 22,98 млн/г КОЕ. Количество БГКП составило $8,6 \times 10^5$ кл/г; количество фекальных энтерококков составило $5,2 \times 10^5$ кл/г. Данные бактериологические показатели были на порядок ниже таковых же в полужидком бесподстилочном навозе. Следует отметить, что в гидросмывах доильных залов не было обнаружено патогенной микрофлоры семейства энтеробактерий, а *S. perfringens* обнаружены не были.

Микробиологическое исследование жидкого навоза после сепарации выявило его наименьшее загрязнение санитарно-показательными микроорганизмами из всех исследуемых видов бесподстилочного навоза.

Показатель ОМЧ составил 7,61 млн/г КОЕ, что в 8,5 раз ниже, чем в полужидком бесподстилочном навозе и в 3 раза ниже, чем в навозных стоках доильных залов. Показатель БГКП был равен $4,1 \times 10^5$ кл/г, количество фекальных энтерококков на порядок ниже – $3,6 \times 10^4$ кл/г. Патогенная микрофлора и клостридиум перфрингенс обнаружены не были. Такие значения санитарно-показательных микроорганизмов согласуются с условиями технологического процесса сепарирования навоза, а качественные санитарно-

бактериологические характеристики различных видов бесподстилочного навоза зависят и от системы его удаления из производственных помещений.

Для сравнения возможных экологических рисков микробиологического загрязнения почв от применения бесподстилочного навоза КРС наряду с традиционным подстилочным навозом была проведена санитарно-гигиеническая оценка последнего. Выявлено микробное загрязнение на уровне 14,20 млн/г КОЕ, что в 4,5 раза ниже полужидкого бесподстилочного навоза; 1,6 раза ниже стоков доильных залов, но в 1,9 раза выше жидкого навоза после сепарации. Количество БГКП было равно $7,6 \times 10^5$ кл/г, фекальных энтерококков – $2,2 \times 10^6$ кл/г. Несмотря на средний уровень микробного загрязнения, в образце подстилочного навоза обнаружены патогенные микроорганизмы рода *Salmonella spp.* в количестве 2 кл/г и бактерии клостридий в количестве 4 кл/г.

Таким образом, и различные виды бесподстилочного навоза, и традиционный подстилочный навоз в нативном состоянии содержат достаточно большое количество микроорганизмов, с наличием в их составе условно-патогенных и патогенных бактерий – возбудителей болезней человека и животных.

Выводы

В результате оценки агроэкологической безопасности применения органических удобрений КРС по санитарно-микробиологическим показателям выявлено, что различные виды навоза КРС характеризуются высокой степенью микробной контаминации, что, в свою очередь, может быть причиной опасных санитарно-эпидемиологических последствий их неограниченного применения в качестве органических удобрений сельскохозяйственных культур.

Установлено, что качественные санитарно-бактериологические характеристики бесподстилочного навоза зависят от его вида, поскольку для нативного полужидкого бесподстилочного навоза сплавной системы навозоудаления характерна высокая степень микробного загрязнения. В то время как в смывах с доильных залов уровень микробного загрязнения ниже в 2,8 раза, в жидком навозе после сепарации ниже в 8 раз. Следовательно, применение жидкой фракции сепарированного бесподстилочного навоза в качестве органического удобрения является наиболее эколого-безопасным по микробиологическим показателям.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Тиво, П. Ф. Снижение загрязнения окружающей среды при внесении бесподстилочного навоза / П. Ф. Тиво, А. С. Анженков, Л. А. Саскевич // Мелиорация. – 2015. – №1(73). – С. 137–149.
- 2 Антонюк, В. С. Влияние животноводческих стоков на окружающую среду / В. С. Антонюк [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : Сборник научных трудов. – Минск. – 2001. – Т.36. – С. 335–344.
- 3 Еськов, А. И. Итоги и задачи исследований по эффективному, экологически безопасному использованию бесподстилочного навоза / А. И. Еськов, С. И. Тарасов // Совершенствование научных основ, технологий производства и применения органических удобрений (1996-2011 гг.) : актуальность и состояние проблемы, сырьевые ресурсы, производство различных видов и форм органических удобрений, агрономическая и экологическая эффективность воспроизводства плодородия. – Владимир. – 2013. – С. 76-91. Оформить как мат. Конференции!!!!
- 4 Рекомендации по использованию органических удобрений в Республике Молдова / Науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т почвоведения, агрохимии и мелиорации почв им. Н.А. Димо; Сост. Цуркан М.А. и др. – Кишинев : Молдагроинформреклама, 1992. – 109 с.
- 5 Медведский, В. А. Охрана окружающей среды от загрязнения отходами животноводства : практическое пособие / В. А. Медведский, Т. В. Медведская. – Витебск : ВГАВМ, 2013. – 184 с.
- 6 Лопата, Ф. Ф. Санитарно-бактериологическая оценка органических отходов животноводческих предприятий / Ф. Ф. Лопата // Ветеринария. – 2007. – №10. – С. 38–41.
- 7 Лопата, Ф. Ф. Ветеринарно-санитарная оценка органических отходов животноводства / Ф. Ф. Лопата // Аграрный вестник Урала. – 2008. – №2 (44). – С. 72–76.
- 8 Бирюков, К. Н. Ветеринарно-санитарная оценка ускоренного способа компостирования навоза крупного рогатого скота / К. Н. Бирюков // Ветеринария. – 2009. – №2. – С. 38–42.
- 9 Кольга, Д. Ф. Новые технологии и технические средства утилизации навоза на животноводческих фермах и комплексах / Д. Ф. Кольга, Н. В. Казаровец. – Минск : БГАТУ, 2014. – 144 с.

10 Саскевич, Л. А. Уменьшить негативные последствия применения животноводческих стоков / Л. А. Саскевич, П. Ф. Тиво // Международный аграрный журнал : Ежемесячный научно-производственный журнал для работников агропромышленного комплекса. – 1999. – №7. – С. 31–33.

11 Ненайденко, Г. Н. Органические удобрения в современной земледелии / Г. Н. Ненайденко, Л. И. Ильин. – Иваново : ПресСто, 2015. – 187 с.

12 Шлегель, Г. Общая микробиология / Г. Шлегель. – М. : Мир, 1987. – 567 с.

13 Нетрусов, А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 352 с.

14 Инструкция по лабораторному контролю очистных сооружений на животноводческих комплексах : Утв. М-вом сел. хоз-ва СССР 17.11.80. – М. : Колос, 1982. – 40 с.

15 Инструкция 4.2.10-12-9-2006 Методы санитарно-микробиологических исследований почвы: Утв. Постановлением Гл. гос. санитарного врача №67 от 29.05.2006. – Минск, 2006. – 32 с.

SANITARY AND MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF DIFFERENT TYPES OF CATTLE MANURE USED AS ORGANIC FERTILIZER

Saroka A.V., Bryl E.A., Antaniuk A.S.

The article presents the results of a study of microbiological status of different types of cattle manure. It was found that the level of microbial contamination varies depending on the type of manure. The application of the liquid fraction of separated liquid manure as organic fertilizer is the most ecologically safe according to microbiological indicators.

ЭКАЛОГЯ

ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ОРОШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «СГЦ «ЗАПАДНЫЙ»)

А.А. Волчек, О.Е. Чезлова, А.Н. Лицкевич

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

В ходе исследования качества поверхностных вод, находящихся в зоне воздействия сельскохозяйственных полей орошения выявлены изменения по химическим и микробиологическим показателям, которые носят длительный характер (до 9 месяцев). Основными химическими загрязнителями поверхностных вод явились биогенные формы азота. В месте выпуска дренажных вод через 9 месяцев по азоту аммонийному наблюдалось превышение ПДК в 3,5 раз, по азоту нитритному в 2,3 раза, по азоту нитратному в 2 раза. Основными бактериологическими загрязнителями поверхностных вод явились общие колиформные бактерии. Через 9 месяцев после поливов стоками в воде мелиоративного канала гигиеническая норма по этому показателю превышена в 2,4 раза.

Введение

Исследование химического и микробиологического состава вод дренажного стока сельскохозяйственных полей орошения (ЗПО) и путей миграции их компонентов необходимо во-первых, для обоснования рациональных норм сточных вод (СВ) на орошаемых почвах; во-вторых, при разработке мероприятий по охране окружающей среды, оценке влияния вод дренажного стока на состав и качество воды водоприемников, на их гидробиоту; в-третьих, эти сведения определяют конструктивные особенности дренажа, направленные на оптимизацию факторов плодородия почв [1].

Состав дренажных вод (ДВ) мелиоративных систем, сформированных под влиянием сточных вод (СВ) свиноводческих комплексов, имеет большое количество химических и микробиологических компонентов, которые, при отсутствии научно-разработанной технологии, мигрируют в окружающие природные экосистемы, способствуя их загрязнению и эвтрофикации [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Кроме того с дренажным стоком происходит значительная потеря элементов питания растений. Так, было установлено, что в дренированных ЗПО, орошаемых осветлёнными стоками свиноводческого комплекса, при дозе внесения азота 870 кг/га в год содержание в ДВ азота нитратов составило 5,65 мг/дм³. При очень высокой дозе вносимого азота (около 1600 кг/га) среднее содержание аммиачного азота в ДВ достигало 18 мг/дм³, а общий вынос азота с ней составлял 700 кг/га в год [11].

Наибольшее бактериальное загрязнение ДВ наблюдается в течение первых дней после полива СВ. Через 11 дней после полива ДВ становятся в 10 раз чище СВ по колититру, а по общей бактериальной обсемененности степень очистки составляет 99,4 – 99,9 % [12]. Однако даже при такой высокой степени очистки микробиологическая загрязненность водоприемников ДВ остается высокой. Как показывают исследования, во все годы полива ЗПО животноводческими стоками качество речных вод, находящихся в зоне их воздействия, не соответствует гигиеническим нормам. Так, содержание лактозоположительной кишечной палочки в воде реки достигало 24000 КОЕ/100 мл, энтерококка – 23 КОЕ/100 мл, сальмонеллы – до 5 КОЕ/1000 мл. После прекращения поливов СВ санитарно-бактериологическое состояние вод улучшается, патогенная флора в воде исчезает [5, 13].

Оценка выноса загрязняющих веществ и бактерий за пределы ЗПО селекционно-гибридного центра (СГЦ) «Западный» приобретает большую актуальность в связи с размещением данных территорий в пределах водосбора трансграничной реки Западный Буг. Согласно проведенному анализу экологической обстановки в бассейне данной реки, проведенному Национальной системой мониторинга окружающей среды, отмечается

усиление трансграничного переноса загрязняющих веществ (в основном биогенных элементов) за счет поступления их на пограничном участке с промежуточных водосборов.

Целью настоящей работы является оценка влияния химических и микробиологических компонентов осветленных животноводческих СВ СГЦ «Западный» на качество поверхностных вод (ПВ).

В ходе выполнения работы решались задачи определения в дренажных и поверхностных водах:

- химических показателей: азота аммонийного, азота нитратного, азота нитритного, фосфора фосфатного, сульфатов, хлоридов, общей минерализации (сухого остатка);
- микробиологических показателей: общих колиформных бактерий (ОКБ), термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ), энтерококков, сульфитредуцирующих кластридий, патогенных бактерий р. *Salmonella*, общего микробного числа (ОМЧ).

Методика и объекты исследования

ОАО «СГЦ «Западный» является типичным животноводческим комплексом юго-запада Беларуси, рассчитанный на воспроизводство, выращивание и откорм в течение года более 100000 голов свиней. В год на предприятии образуется до 400 тыс. м³ стоков, которые утилизируются на ЗПО.

Почва ЗПО характеризуется как дерново-подзолистая, глееватая. На исследуемом участке заложен гончарный дренаж на глубине 1,2 м. Зона исследования включала участок, отведенный для орошения – 40 га и прилегающие мелиоративные каналы. Среднегодовое количество атмосферных осадков по метеостанции Брест составляет около 610 мм, а суммарное испарение – 550 мм [14].

Отбор проб для исследования производился дважды: первый – в 2014 году через 5 дней после полива (24.09.2014); второй – в начале вегетационного сезона 2015 года (11.06.2015 г.). Точки отбора проб: 1 – ПВ мелиоративного канала в 200 м выше зоны орошения; 2 – 2014 г.– ДВ непосредственно из дренажного устья; 2015 г.– вода мелиоративного канала возле дренажного устья; 3 – ПВ мелиоративного канала в 500 м ниже зоны орошения. В 2015 году дополнительно исследована точка 4 – ПВ Мотыкальского мелиоративного канала, левого притока р. Западный Буг (рисунок 1).

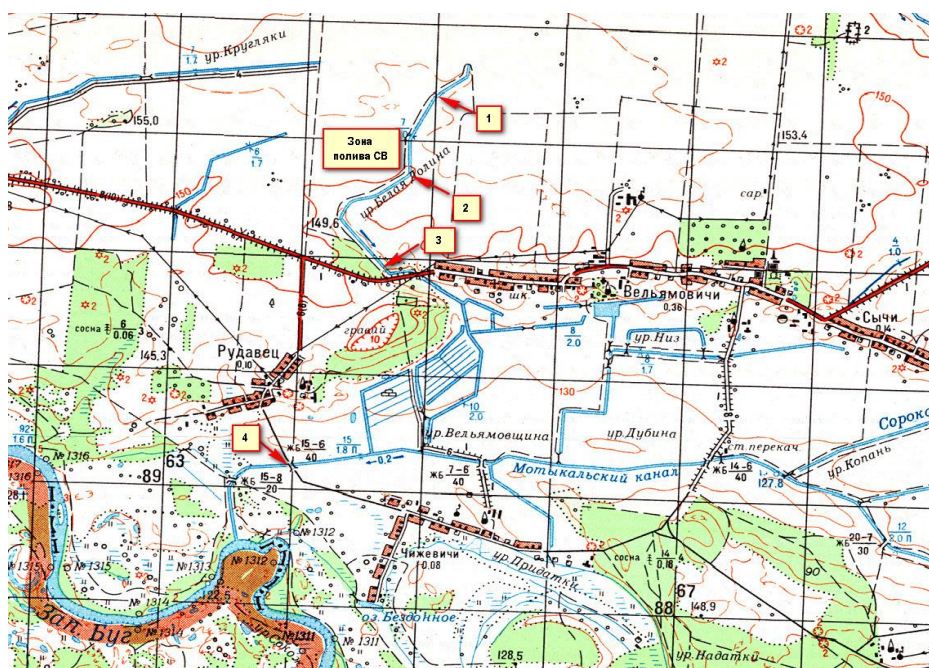


Рисунок 1– Зона проведения исследований и точки отбора проб

1 –мелиоративный канал 200 м выше зоны орошения; 2–выход дренажных вод в мелиоративный канал; 3– мелиоративный канал 500 м ниже зоны полива; 4–Мотыкальский канал

Полив исследуемого участка осветленными СВ производился в августе–сентябре 2014 г. после уборки выращиваемой культуры (ячмень). Фактическая оросительная норма на исследуемом участке составила в среднем 2000 м³/га (более 1000 кгN/га). Химический состав СВ, мг/дм³: сухой остаток–1901; азот аммонийный–135; азот нитритный–0,0012; азот нитратный–3,42; фосфор фосфатный–1,45; сульфаты–832; хлориды–523.

Погодные условия в день отбора проб в 2014 г. были следующие: среднесуточная температура воздуха – +7,6 °С, без осадков. В период предшествовавший отбору проб (с 18.09. по 23.09.2014 г.) погода отличалась неустойчивостью: среднесуточная температура воздуха колебалась от 15,1 °С (18.09.2014 г.) до 9,4 °С (23.09.2014 г.); осадки наблюдались 20.09, 22.09, 23.09. 2014 г. (соответственно 0,5; 18,0; 5,0 мм). Погодные условия в день отбора проб в 2015 г.: среднесуточная температура воздуха – +17,1 °С, без осадков.

Отбор проб дренажных и поверхностных вод проводился в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51592-2001 «Вода. Общие требования к отбору проб». Пробы отбирались с глубины 10 – 15 см от поверхности воды. До начала исследования пробы хранились в холодильнике.

Определение азота аммонийного, нитратного и нитритного, фосфора фосфатного проводилось фотометрическим методом. Определение хлоридов проводилось титриметрическим, сульфатов – турбидиметрическим, общей минерализации – гравиметрическим методом.

Определение бактериологических показателей проводилось методом прямого посева. Из отобранных образцов вод готовились серии десятичных разведений и производился посев на диагностические среды в соответствии с выбранным показателем. Результат выражался в КОЕ в 100 мл (ОКБ, ТКБ, энтерококки), КОЕ в 1000 мл (сальмонеллы), КОЕ в 20 мл (сульфитредуцирующие клостридии), КОЕ/мл (ОМЧ).

Результаты и их обсуждение

К основным химическим загрязнителям сельскохозяйственных земель в районе расположения животноводческих объектов относятся: нитраты, нитриты, аммоний, медь, цинк, сульфаты. При этом основными источниками загрязнения являются минеральные азотные соединения. [9, 15].

Оценивая длительность биогеоценногo загрязнения ПВ вследствие поливов СВ в районе ЗПО СГЦ «Западный» (рисунок 2), необходимо заметить, что содержание минеральных форм азота в месте выхода ДВ в канал в начале следующего после поливов сезона (через 9 месяцев) по азоту аммонийному снижается в 26 раз и достигает значения 1,349 мг/дм³; по азоту нитритному возрастает в 37 раз и достигает значения 0,056 мг/дм³; по азоту нитратному возрастает в 1,8 раза и достигает значения 18,4 мг/дм³. По всем формам азота в данной точке отбора проб наблюдалось превышение ПДК: по азоту аммонийному в 3,5 раз, по азоту нитритному в 2,3 раза, по азоту нитратному в 2 раза. Количество фосфора фосфатного в районе дренажного устья в 2015 году возрастает до уровня ПДК (0,067 мг/дм³).

Азот аммонийный

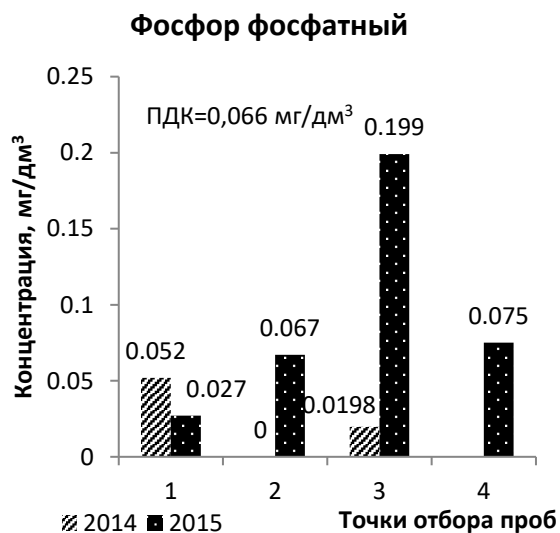
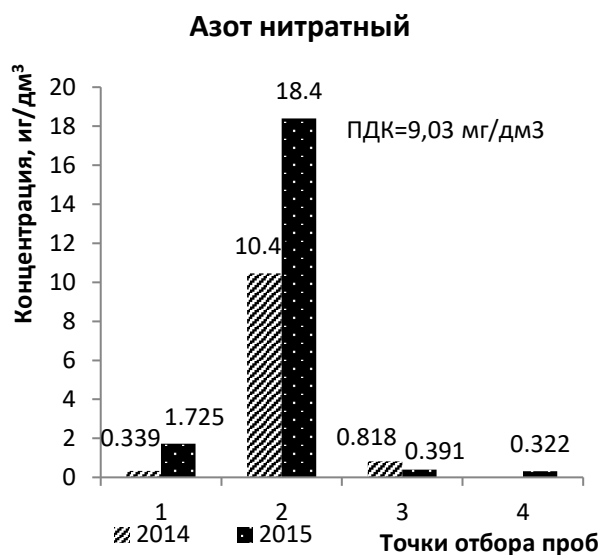
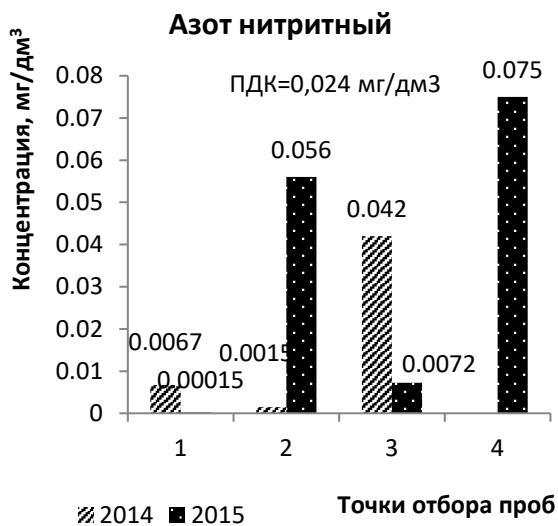
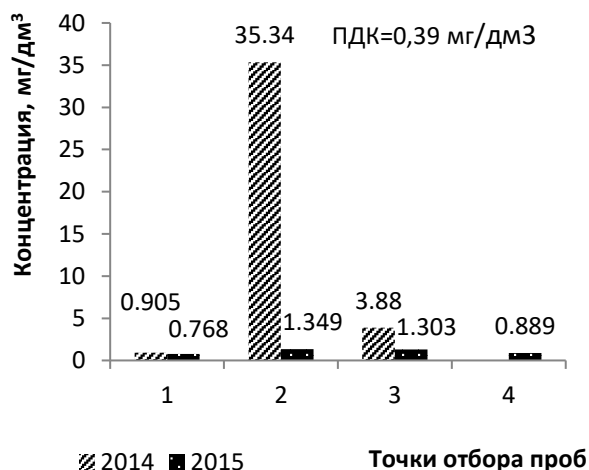


Рисунок 2 – Динамика биогенных элементов в дренажных и поверхностных водах
 1 – мелиоративный канал 200 м выше зоны полива; 2 – дренажное устье; 3 – мелиоративный канал
 500 м ниже зоны полива; 4 – Мотыкальский канал

В дальнейшем, по ходу мелиоративных каналов наблюдалось снижение количества минеральных форм азота. В точке в 500 м ниже по течению содержание азота нитритного и нитратного уменьшалось, соответственно, в 7,8 и 47 раз и было значительно ниже ПДК (соответственно в 3,3 и 23 раза) за счет процессов денитрификации, потребления фитопланктоном и высшей водной растительностью. Количество азота аммонийного снижалось незначительно, ПДК оставалось превышено в 3,3 раза. Обращает на себя внимание значительное повышение в данной точке количества фосфора (до 0,199 мг/дм³), что вызвано, по-видимому, иным источником загрязнения.

При оценке качества воды Мотыкальского канала необходимо отметить значительное возрастание количества азота нитритов (в 10 раз в сравнении с мелиоративным каналом), которое, вероятно, также не связано с поливами СВ. Количество азота аммонийного снижается в 1,5 раза, но ПДК остается превышено в 2,3 раза.

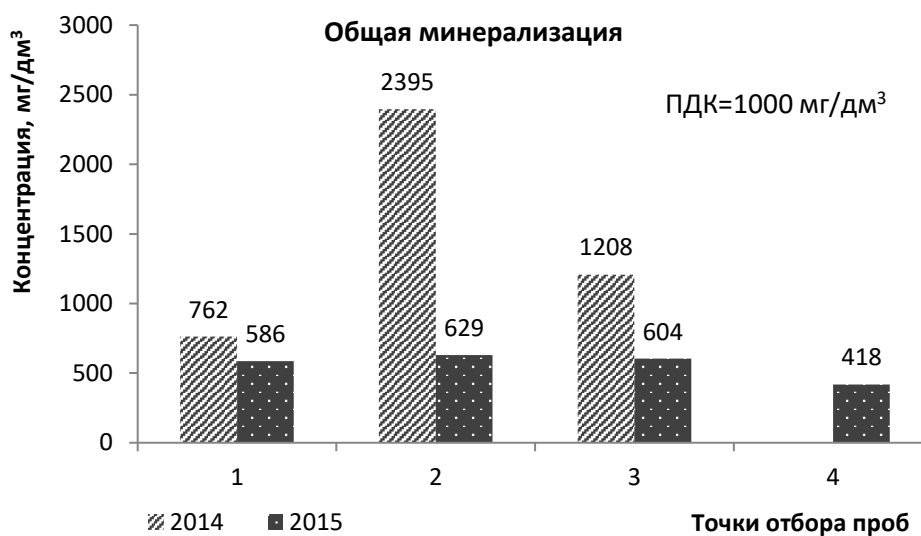


Рисунок 3 – Общая минерализация в дренажных и поверхностных водах
 1 – мелиоративный канал 200 м выше зоны полива; 2 – дренажное устье; 3 – мелиоративный канал 500 м ниже зоны полива; 4 – Мотыкальский канал

Общая минерализация ДВ снижается через 9 месяцев после поливов СВ в 3,8 раз и определяется на уровне 629 мг/дм³ (рисунок 3). В точке отбора в 500 м ниже по течению этот показатель изменяется незначительно (до 604 мг/дм³). Сравнивая полученные значения с содержанием сухого остатка в Мотыкальском канале (418 мг/дм³), можно предположить, что через 9 месяцев после поливов СВ влияние дренажного стока ЗПО не существенно.

Концентрация сульфатов через 9 месяцев после поливов СВ в месте выхода ДВ и через 500 м ниже по течению (26 и 16 мг/дм³ соответственно) находилась значительно ниже ПДК и в 2 раза ниже их количества в Мотыкальском канале. Концентрация хлорид-иона в водах мелиоративного канала (91–95 мг/дм³) превышала в 4 раза его количество в Мотыкальском канале, но ПДК по данному компоненту превышено не было (рисунок 4).

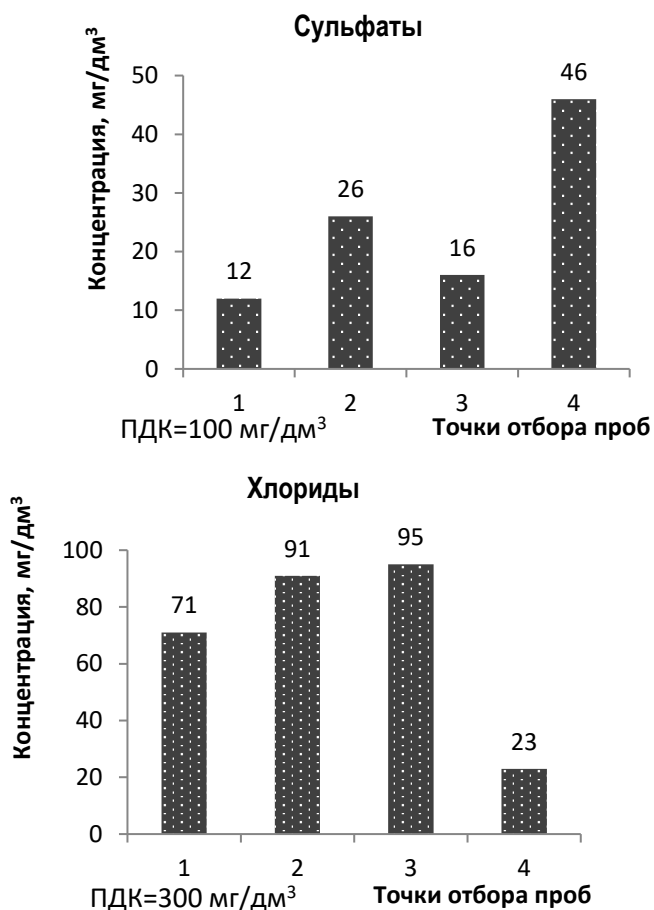


Рисунок 4 – Содержание сульфатов и хлоридов в поверхностных водах в 2015 году
 1 – мелиоративный канал 200 м выше зоны полива; 2 – дренажное устье; 3 – мелиоративный канал 500 м ниже зоны полива; 4 – Мотыкальский канал

В целом, можно предположить, что непосредственно после поливов СВ дренированные ЗПО являются потенциальным источником загрязнения по минеральным формам азота, общей минерализации. К началу следующего после поливов СВ вегетационного сезона они остаются источником загрязнения по биогенным формам азота.

Содержание в ДВ значительного количества бактерий стоков приводит к изменениям в микробиологическом составе ПВ, находящихся в зоне воздействия ЗПО. Экологические исследования последних лет (Сомов Г.П., Литвин В.Ю., Гершун В.И., Бузолева Л.С. и др.) свидетельствуют о том, что многие возбудители инфекций, попадая в окружающую среду, благодаря высокой экологической пластичности могут не только длительно сохраняться в ней, но и размножаться [16].

Согласно проведенных нами ранее исследований [17] почвенная очистка от бактерий кишечной группы через 5 дней после полива СВ составила 11,4 %, т.е. значительная часть ОКБ попала в водоприемник ДВ. Через 9 месяцев после поливов СВ в месте выхода ДВ в мелиоративный канал количество данных бактерий составило 2400 КОЕ/100 мл, что превышает гигиеническую норму в 2,4 раза (рисунок 5). В точке отбора в 500 м ниже по течению количество бактерий данной группы снижается в 10,4 раза (до уровня 230 КОЕ/100 мл) и не превышает гигиеническую норму. Содержание ТКБ в данных точках отбора определялось на уровне <50 КОЕ/100 мл при гигиенической норме 100 КОЕ/100 мл.

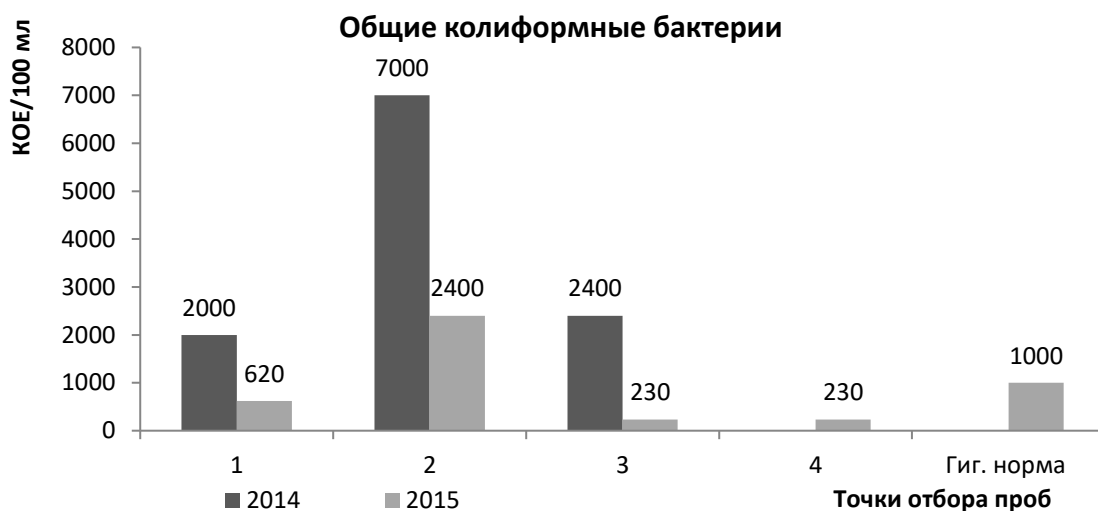


Рисунок 5 – Общие колиформные бактерии в дренажных и поверхностных водах ЗПО

1 – мелиоративный канал 200 м выше зоны полива; 2 – дренажное устье; 3 – мелиоративный канал 500 м ниже зоны полива; 4 – Мотыкальский канал

Почвенная очистка в отношении энтерококков в течение первых 5 суток после поливов стоками была высокой, составив 96,7% [17]. Через 9 месяцев после поливов по всем точкам отбора проб количество данных бактерий было незначительно и не превышало 50 КОЕ/100 мл.

Очень эффективной явилась почвенная очистка СВ от спор сульфитредуцирующих клостридий – 99,8% [17]. Как следствие, данный микроорганизм не обнаруживался в пробах поверхностных вод ни в 2014, ни в 2015 году. Сальмонеллы также не были обнаружены в исследуемых пробах.

По показателю ОМЧ эффективность почвенной очистки в 2014 году составила 81,3% [17]. По данному показателю ДВ относились к IV классу качества вод – «загрязненные» [18]. По завершении 9-ти месяцев в ПВ в месте выхода ДВ этот показатель снижается в 12 раз, до уровня 3700 КОЕ/мл, что соответствует II классу качества вод – «чистые» (рисунок 6).

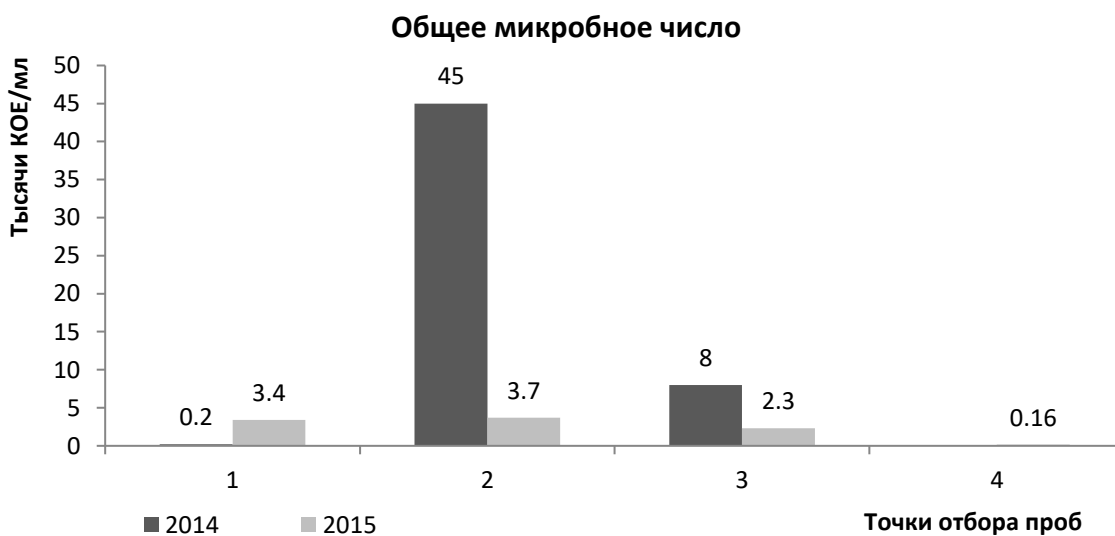


Рисунок 6 – Общее микробное число в дренажных и поверхностных водах

1 – мелиоративный канал 200 м выше зоны полива; 2 – дренажное устье; 3 – мелиоративный канал 500 м ниже зоны полива; 4 – Мотыкальский канал

Самоочищающая способность воды ниже, чем у почвы и обусловлена действием инсоляции; течением воды, ведущим к снижению концентрации органики; поглощению бактерий простейшими; адсорбцией поверхностью растений и частицами ила и др. Для выяснения степени самоочищения ПВ был определен коэффициент самоочищения, равный $\text{ОМЧ } 22\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{ОМЧ } 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рисунок 7). По завершении процессов самоочищения в водах данный показатель становится выше 4. Оценивая полученные результаты, можно констатировать, что непосредственно в месте выхода ДВ в 2015 году процессы самоочищения еще не завершены (коэффициент самоочищения 0,84). Выше данной точки отбора проб он становится выше (3,3), но не превышает 4, что говорит о продолжающемся самоочищении, которое связано с близостью орошаемых стоками полей.

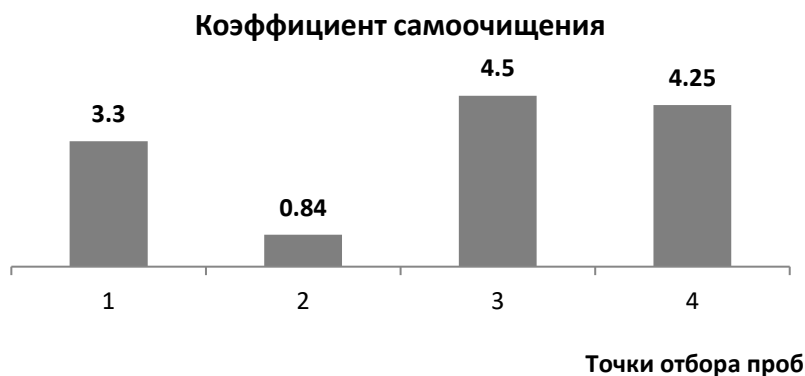


Рисунок 7 – Коэффициент самоочищения поверхностных вод

1 – мелиоративный канал 200 м выше зоны полива; 2 – дренажное устье; 3 – мелиоративный канал 500 м ниже зоны полива; 4 – Мотыкальский канал

В точке отбора ниже места выхода ДВ и в Мотыкальском канале коэффициент выше 4 (соответственно 4,5 и 4,25) и говорит о завершении процессов самоочищения, что согласуется с другими показателями.

Оценивая в целом трансформацию ПВ в результате поливов СВ, можно констатировать, что через 9 месяцев после полива в месте выхода ДВ вода мелиоративного канала содержит значительное количество биогенных веществ (азот аммонийный, нитритный и нитратный) и микроорганизмов (ОКБ) и потенциально может являться источником загрязнения ПВ ниже по течению. Для минимизации негативного влияния СВ рекомендуется создавать водооборотные системы для повторного использования ДВ. Для этого необходимо создание подземных накопительных емкостей, колодцев, прудов-накопителей [19].

Выводы

1. Полив земледельческих полей орошения сточными водами свиноводческого комплекса вызывает ухудшение качества дренажных вод по химическим и микробиологическим показателям, что приводит к загрязнению поверхностных вод в местах выхода дренажных коллекторов до 9 месяцев.

2. Основными химическими загрязнителями поверхностных вод являются биогенные формы азота. В месте выпуска дренажных вод через 9 месяцев по азоту аммонийному наблюдалось превышение ПДК в 3,5 раз, по азоту нитритному в 2,3 раза, по азоту нитратному в 2 раза.

3. Основными бактериологическими загрязнителями поверхностных вод являются общие колиформные бактерии. Через 9 месяцев после поливов стоками в воде мелиоративного канала гигиеническая норма по этому показателю превышена в 2,4 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдельман, Ф. Р. Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв./ Ф. Р. Зайдельман — М: Колос, 2008. — 486 с.
2. Медведский, В. А. Охрана окружающей среды от загрязнения отходами животноводства: практическое пособие / В. А. Медведский, Т. В. Медведская. – Витебск: ВГАВМ, 2013. – 181 с.
3. Желязко, В. И. Использование бесподстильного навоза на мелиорируемых агроландшафтах. Теория и практика / В. И. Желязко, П. Ф. Тиво. – Мн.: ИООО «Право и экономика, 2006. – 296 с.
4. Баранников, В. Д. Охрана окружающей среды при биологической очистке бесподстильного навоза и использовании его на кормовых угодьях: автореф. дисс. док. биол. наук : 16.00.06; 16.00.08/ В. Д. Баранников ; Рос. акад. сельхоз. наук, Всерос. НИИ ветеринарии, санитарии, гигиены и экологии. – Москва, 1993.– 47 с.
5. Захарова, О. А. Микробоценоз почвы при разных уровнях антропогенного воздействия: Монография./О. А. Захарова, Л. В. Кирейчева, Ю. А. Мажайский. – Рязань, 2004.–162 с.
6. Голченко, М. Г. Влияние орошения кормовых угодий стоками животноводческих комплексов на природную среду / М. Г. Голченко, В. И. Желязко, Н. Н. Михальченко // Проблемы мелиорации и водного хозяйства на современном этапе: материалы междунар. науч.-практ. конф., Горки, 4 – 5 июня 1999 г. : в 2-х ч./ Беларус. сельхозоз. акад.; реценз. В. И. Кумачев [и др.] – Горки, 1999. – Ч.1. – С. 75 – 77.
7. Тиво, П. Ф. Некоторые проблемы использования навозных стоков свинокомплексов / П. Ф. Тиво, Л. А. Саскевич // Мелиорация переувлажненных земель: Сборник научных работ / Белорусский научно-исследовательский институт мелиорации и луговодства. – Минск, 1999. – Т.46. – С. 308 – 319.
8. Саскевич, Л. А. Химический состав животноводческих стоков и их ирригационная оценка / Л. А. Саскевич // Мелиорация переувлажненных земель: Сборник научных работ / Белорусский научно-исследовательский институт мелиорации и луговодства. – Минск, 1998. – Т.45. – С. 274–285.
9. Тарасов, С. И. Агрэкологические особенности длительного применения бесподстильного навоза /С. И. Тарасов, С. И., Н. А. Кумеркина // Химия в сельском хозяйстве – 1996. – № 6. – С. 27 – 31.
10. Tanaš W., Ecological state of environment near complexes of animal production / Tanaš W., Kavgarenja A. N.– Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2006 – Vol. 51(1).–P. 60 – 63.
11. Использование сточных вод животноводческих комплексов на орошение с учётом охраны окружающей среды/ Ю.И. Ворошилов – Москва : Всесоюзный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по сельскому хозяйству, 1984 г. – 59 с. – (Обзорная информация / Всесоюзный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по сельскому хозяйству).
12. Романенко, Н. А Санитарно-эпидемические основы почвенной очистки сточных вод/ Н. А. Романенко, Н. И. Хижняк, И. И. Бобун. – Кишинев «Штиинца»,1993. – 215 с.
13. Кирейчева, Л. В. Микробоценоз ранее мелиорированных земель вблизи крупных свинокомплексов: монография/Л. В. Кирейчева, О. А. Захарова, К. Н. Евсенкин. – Рязань, Политех, 2011.– 426 с.
14. Волчек, А. А. Мухавец: энциклопедия малой реки / А. А. Волчек [и др.]– Брест: Академия, 2006. – 344 с.
15. Демидов, А. Л. Воздействие навозосодержащих отходов животноводческих объектов республики Беларусь на почвенный покров/ А. Л. Демидов, В. В. Мажинская, И. В. Жигунова // Сборник трудов III международной научной экологической конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» под ред. Трубилина А. И., Белюченко И. С. Кубанский государственный аграрный университет 20 – 21 марта 2013 г. – Краснодар, 2013. – С. 20 – 25.
16. Литвин, В. Ю. Патогенные бактерии общие для человека и растений: проблема и факты / В. Ю. Литвин, Е. Н. Емельяненко, В. И. Пушкарева // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии.– Москва, 1996.– №2.– С. 101–104.
17. Волчек, А. А. Оценка влияния микробиологической составляющей животноводческих стоков земледельческих полей орошения на дренажные воды (на примере СГЦ «Западный») /А. А. Волчек, О. Е. Чезлова //Природопользовани: сб. науч. тр.; гл. ред. А. К. Карабанов.– Минск, СтойМедиаПроект, 2015.– С. 95 –100.
18. Гусева, Т. В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Т. В. Гусева и др. – М.: Форум: ИНФРА–М., 2007. – 192 с.
19. Минаев, И. В. Экологическое усовершенствование мелиоративных систем / И. В. Минаев.– Мн.: Ураджай, 1986.– 151 с.

ESTIMATION OF TRANSFORMATION OF QUALITY OF SURFACE WATERS OF THE ZONE OF IMPACT OF AGRICULTURAL IRRIGATION FIELDS

A.A. Volchak, O.E. Chezlova, A.N. Litskevich

As a result of assessing the quality of surface waters in the area affected by agricultural irrigation fields, their long-term (up to 9 months) transformation by chemical and microbiological indicators has been identified. The main

chemical pollutants of surface waters were biogenic nitrogen forms. At the point of discharge of drainage water into the canal after 9 months of nitrogen ammonium nitrogen, the concentration limit for ammonium nitrate was 3.5 times higher, for nitrogen nitrite it was 2.3 times, for nitrate nitrogen 2 times. The main bacteriological contaminants of surface water were common coliform bacteria. In 9 months after irrigation, the hygiene rate in the water of the meliorative canal was exceeded by 2.4 times in this indicator

ИЗМЕНЕНИЯ В СТРУКТУРЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ: ФАУНИСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

В.Т. Демянчик*, А.Н. Ольгомец, А.М. Семеняк*****

*Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь, *koktebel.by@mail.ru*

**Семигостичская средняя школа Столинского района, д. Семигостичи, Столинский район, Беларусь

***Стаховская средняя школа Столинского района, д. Стахово, Столинский район, Беларусь

Предпринята попытка определения значимых для устойчивого развития сельских территорий существенных изменений и выделения новых после 2010 года фаунистических агроэкологических рисков на основе многолетнего эколого-фаунистического мониторинга на стационарах и дополнительных пунктах наблюдений в Белорусском Полесье. В структуре агроэкологических фаунистических рисков Белорусского Полесья в течение 1995-2015 гг. выявлены существенные изменения, которые выражаются в появлении новых рисков. Среди 12 качественно новых и количественно возросших к внешним рискам отнесены 7; к исходящим рискам – 2; неоднозначным – 3.

Введение

Агроэкологические риски – один из наиболее существенных факторных комплексов устойчивого развития агропромышленного и лесохозяйственного комплексов, а также окружающей среды Белорусского Полесья. Первоочередная роль в обеспечении необходимых экологических условий для стабильного функционирования валообразующих отраслей хозяйства Полесья традиционно отводится группе абиотических рисков: метеорологических, гидрологических, геопочвенных. Но, как показывают прогрессирующая динамика проявления и трансмиссии опасных зоонозных болезней (Африканская чума свиней, птичий грипп, лихорадка Эбола, клещевой энцефалит и т.п.), в разных регионах Европы биотические в т.ч. – фаунистические риски могут стать (или становятся) реальностью в макроэкономике и социуме любого государства.

Методика и объекты исследования

Исследования проведены в разные периоды начиная с 1977 г. на 16 стационарах западной и центральной частей Белорусского Полесья, а также на 4 пунктах наблюдений в восточной части региона (Брестская, Минская, Гомельская области Республики Беларусь).

Использованы литературные и опросные данные за период 1961–2015 гг., подтверждённые документально (экземплярами или фрагментами, фотографиями, независимыми заверениями 3-х и более компетентных наблюдателей).

Первичные описания и документальные подтверждения хранятся в авторских фондах и Полесском аграрно-экологическом институте НАН Беларуси.

Результаты и их обсуждение

Агроэкологические, экологические риски, главным образом в отношении продовольственной и экологической безопасности, качества жизни людей в общем виде анализируются многими авторами [1, 2, 3]. Более широкий комплексный подход в определении экологических рисков, когда рассматривается не только социально-экономическая, но и природно-экологическая сферы, предложена М.В. Мясниковичем и соавторами [4].

Наша концепция агроэкологических рисков в системе устойчивого развития сельскохозяйственного производства предполагает бинарную структуру.

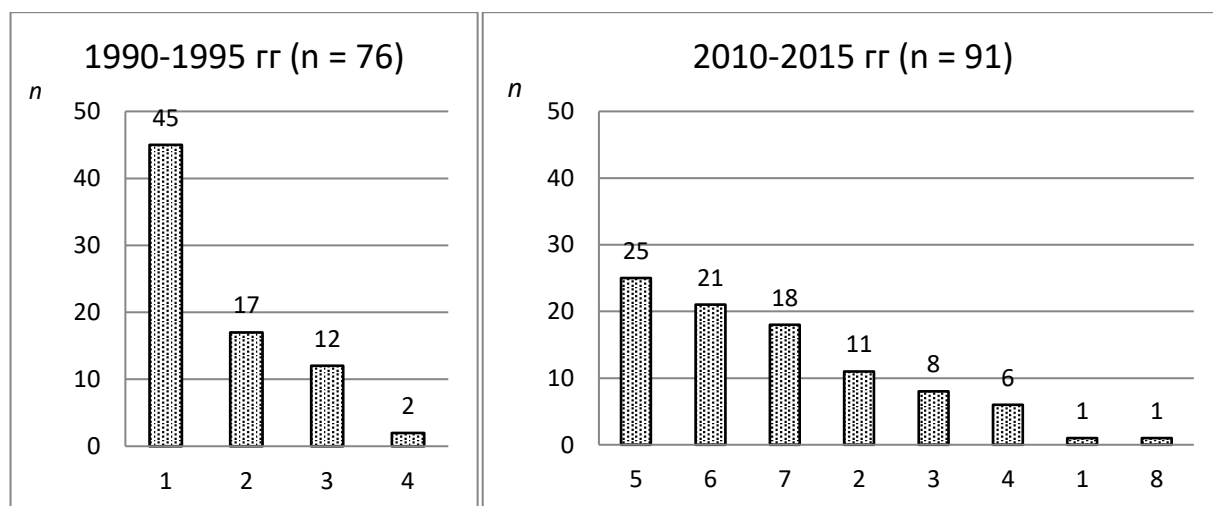
Экологические риски бывают внешние («нацеленные» на с/х производство со стороны внешних экологических условий) и исходящие (генерированные в процессе с/х производства и нацеленные на иные «несельскохозяйственные» компоненты среды). Соответственно биотические (включая фаунистические) компоненты бывают как внешними факторами риска в отношении с/х производства, так и природными компонентами, воспринимающими воздействия, исходящие от с/х производства.

Далее в тексте приводится аннотированный перечень внешних и исходящих агроэкологических рисков, обусловленных сельскохозяйственным производством и современной инфраструктурой сельской местности. В работе приводятся 10 характерных видов рисков, которые отмечены впервые после 2010 г., или количественная мера проявления которых в этот период увеличилась на 100 % и больше.

1. Качественный и количественный рост хищничества *Rodentia*, куньих *Mustelidae* и прочих *Carnivora* на объектах приусадебного птицеводства.

Этот внешний риск выделяется качественными и количественными особенностями.

На рисунке 1 показаны результаты контроля хищничества со стороны млекопитающих *Carnivora* и *Rodentia* в условиях приусадебных птичников дд. Выгоноши, Бобровичи, Речки, Омельная Ивацевичского р-на, дд. Поречье, Тобулки Пинского р-на и дд. Семигостици, Ольшаны, Стахово, Коробье Столинского р-на, г. Иваново.



Виды хищных млекопитающих:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 – <i>Mustela putorius</i> | 5 – <i>Mustela vison</i> |
| 2 – <i>Canis familiaris</i> , <i>Felis catus</i> | 6 – <i>Martes martes</i> |
| 3 – <i>Vulpes vulpes</i> | 7 – <i>Rattus norvegicus</i> |
| 4 – <i>Martes foina</i> | 8 – <i>Nyctereutes caryocatacthes</i> |

Рисунок 1 – Состав, численность особей хищных млекопитающих, отловленных или визуально зарегистрированных на местах хищнического уничтожения с/х птиц, в приусадебных птичниках на 11-ти территориях Белорусского Полесья в 1990-е и 2000-е годы

В Брестской области, как видно из данных статистики и показано на рисунке 1, пресс хищничества, несмотря на снижение поголовья приусадебных птичников, нарастает [5, рисунок 1].

В разрезе нынешнего десятилетия пресс хищничества только от хищных млекопитающих по известным фактам увеличился на 20%. За последние 25 лет вдвое (на 100%) увеличился и видовой состав хищников-млекопитающих, наносящих ущерб хозяйствам населения (рисунок 1). Следует подчеркнуть, что в целом для территории Беларуси в середине второй половины XX столетия куницы каменная и лесная, норка американская, енотовидная собака, крыса серая в качестве хищников на сельскохозяйственных птицах не упоминаются [6, 7, 8]. В настоящее время в Полесье эти

5 видов млекопитающих составляют 78 % в общем прессе хищничества млекопитающих на приусадебных птичниках (рисунок 1).

За период 1990–2015 гг. в динамике поголовья птиц в хозяйствах населения Брестской области наблюдался устойчивый тренд снижения, ежегодно на 1,5–3 % [5]. За последние 10 лет в Брестской области поголовье птицы в хозяйствах населения (по статистическим данным) снизилось на 14,34 % и составило в 2015 г. всего 997,5 тыс. В то же время в Брестской области за счёт интенсивного промышленного птицеводства общее поголовье птиц увеличилось с 4,9 до 7,3 млн. Сопоставляя тренды хищничества (только по млекопитающим) и поголовья птиц можно предполагать коллапс приусадебного птицеводства в ближайшие десятилетия. Учитывая, отсутствие в Полесье системного сохранения местного генетического фонда сельскохозяйственных птиц, реально ожидать тотальную потерю этого важного ресурса органического животноводства. Первичная причина данного вида риска: резкое увеличение в естественных условиях и расселение на селитебные земли хищных зверей из-за конъюнктуры пушно-мехового рынка (падения спроса на вышеперечисленные виды зверей в заготовках пушнины).

2. Снижение численности и перераспределение чёрного хоря *Mustela putorius* с селитебных в межселенные территории на фоне увеличения численности серой крысы и куниц. В таблице 1 показано, что в местных популяционных группировках хоря в последние годы произошли существенные изменения (прежде всего в распределении).
Таблица 1 – Изменения в распределении индикаторных видов млекопитающих на селитебных и межселенных территориях юго-запада Беларуси в 2010–2015 гг. (д. Выгонощи Ивацевичский р-н; д. Семигостици Столинский р-н)

Виды индикаторных животных среди Хищных и Зайцеобразных, число учетных особей	Территория; учетная площадь; годы; число следовых, визуальных регистраций и поимок особей							
	Селитебные территории, 134 га				Межселенные территории, 134 га			
	2010–2012		2014–2015		2010–2012		2014–2015	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Хорь черный <i>Mustela putorius</i> (<i>n</i> = 63)	33	52,38	2	3,17	6	9,52	22	34,92
Заяц-русак <i>Lepus europaeus</i> (<i>n</i> = 110)	11	10	39	35,45	42	38,18	18	16,36

Во второй половине XX – начале XXI столетия чёрный хорь в Белорусском Полесье более чем на 65% по фактам размножения относился к типичному представителю фауны населенных пунктов.

В последние годы численность этого синантропного хищника снизилась почти вдвое, при этом его встречаемость на межселенных территориях (дорогах, берегах каналов) в 2014–2015 гг. значительно увеличилась и составила 35 % от общего числа зарегистрированных особей *n* = 63 (таблица 1).

Численность этого хищника, оказывавшего в недавнем прошлом сравнительно низкий или умеренный пресс на поголовье сельскохозяйственных птиц, снизилось и в других регионах и этот вид занесён в 3-е издание Красной книги Республики Беларусь [9]. На этом фоне в регионе возросло общее число фактов хищничества и общая численность серой крысы *Rattus norvegicus* (рисунок 1). Мы считаем, что в отношении серой крысы, наиболее существенным хищником в Полесье был чёрный хорь. Другие хищники (куницы, норка), которые недавно освоили селитебные территории, не могут существенно влиять на численность крыс. В то же время куницы и норка представляют собой более сильных конкурентов для хоря. Необходимо отметить, что для всех «новых» хищников населенных пунктов свойственна фруктоядность. Именно хронически невостребованный в последние 20 лет урожай на заброшенных подворьях (яблок, слив и прочих культур) провоцирует появление не только лисы, енотовидной собаки, куницы, но и таких крупных диких животных как кабан *Sus scrofa*. Стадо кабанов в последнее десятилетие в

заброшенных садах – характерное явление для ряда селитебных территорий особенно в лесных местностях.

3. Повреждение садово-огородных и декоративных культур «селитебными популяциями» зайца-русака *Lepus europaeus* в летние сезоны на фоне снижения активности огородничества и увеличения числа заброшенных подворий в населённых пунктах.

Заяц-русак достаточно адаптивный к антропогенному ландшафту представитель крупных фитофагов. Это типичный обитатель луговых и полевых агроугодий, болот и пойм [7, 8]. В прошлом отмечалось, что заяц-русак нередко приближается к жилью человека только зимой, где может наносить ущерб в ходе подгрызания молодых деревьев [7, 8]. В марте 2017 г. впервые в нашей практике выявлена ситуация тотального повреждения молодых деревьев робинии псевдоакации *Robinia pseudoacacia*. Ранее подобных ситуаций не наблюдалось (рисунок 2). В настоящее время зимой заяц-русак может быть встречен в любом населённом пункте. В 2013–2016 гг. мы отмечали его даже в центральных частях крупных городов: г. Минск (Центр. бот. сад), Брест (пл. Ленина), Гомель (ж/д вокзал). В последнее десятилетие обнаружилась тенденция формирования новой «селитебной популяции» зайца (таблица 1). Особи этой популяции в качестве укрытий и мест распада используют пустующие хозяйственные постройки, ловко маневрируют среди заборов и стен застройки, уходя от синантропных хищников (собак и кошек). Кормовой спектр зайца в летний период включает большое число не только дикорастущих, но и культурных садово-огородных растений, что означает появление нового вида агроэкологического риска на современных селитебных территориях. Первичной причиной селитебных группировок русака (таблица 1) по-видимому является существенный рост числа и многообразия хищников (псовых, куньих, ворона, аистовых) на межселенных территориях вплоть до черты населённых пунктов.

4. Критическое снижение численности и периодическое исчезновение локальных группировок серой куропатки *Perdix perdix* на фоне увеличения численности на 100–500 % гнездящихся и оседлых группировок ворона *Corvus corax*.

Численность гнездящейся группировки ворона в последние 7 лет на учётной площади 5 км.кв. западнее д. Выгонощи увеличилась с 1-й до 4–5-ти пар. Этому способствовало функционирование мини-полигона твердых коммунальных отходов и зимняя подкормка воронов путём выкладывания падали (специалистами заказника «Выгонощанское»). Известно, что ворон – один из характерных хищников в популяции зайца-русака [10]. На этом фоне местная популяция куропатки практически вымерла, хотя одиночная особь и стайка отмечены в миграционный период осенью 2014 и 2015 гг. Других фактов обитания куропатки, несмотря на интенсивные учёты, в данной местности за 7 лет до 2015 года не зарегистрировано.

5. Растаскивание ставных рыболовных сетей и выедание нерестовиков карповых и других рыб лебедем-шипунем *Cygnus olor* на фоне расширения сетевой практики рыболовства на арендованных водоёмах в весенний период и формирование новых трофических экотипов (адаптаций) лебедей (кормление на рапсе и других озимых культурах, круглогодичное использование подкормки).

6. Возрастание ущерба от ястреба-тетеревятника *Accipiter gentilis*, включая его хищничество на приусадебных птичниках в крупных деревнях (д. Стахово) среди безлесной местности на фоне изреживания популяционных группировок домашних кур; активизация хищничества куницы каменной *Martes foina* и белого аиста *Ciconia alba* на молоди бройлерных кур, на фоне появления адаптаций кормодобывания на площадках и полигонах различных отходов.

7. Активизация хищничества серой крысы *Rattus norvegicus* на ранее неизвестных в регионе жертвах – поросятах, молоди бройлерных кур – на фоне увеличения объёмов высокобелковых кормов, не востребованного садового урожая, появления

неадаптированных (отсутствие особей-защитников) скоплений молодняка с/х птицы и свиней.

8. Формирование агрессивных по отношению к человеку, диким и с/х животным и активизация хищничества регулярных стай бродячих собак *Canis familiaris* на фоне существенного увеличения численности подранков и падали диких кабанов и сельскохозяйственных копытных в 2014–2015 гг., а также увеличение численности синантропных группировок кряквы в сельской местности.

9. Тотальный или существенный ущерб в питомниках и плодовых садах, овощных плантациях (в фермерских и приусадебных хозяйствах) от грызущей и роющей деятельности оленя европейского *Cervus elaphus*, косули европейской *Capreolus capreolus*, кабана *Sus scrofa* на фоне мероприятий по расселению, строгой охраны и роста численности оленей, расширения плантаций современной садовой культуры, а также формирования синантропной популяции косули.

10. Активизация расплода жалящих насекомых (шершни, пчёлы) не только в закрытых убежищах, но и в щелях грунта и закрытых домах, на фоне засухи весны-лета 2015 г. и увеличения объёмов не востребованного урожая высокосахаристых плодов.

11. Активизация расплода после 2012 г., 12-ти кратное к среднемноголетнему уровню увеличение численности, периодический переход на круглогодичную (например, в Бресте) активность иксодовых клещей на фоне относительно сухих и теплых зимне-весенних сезонов, увеличения площадей сухой травянисто-кустарниковой растительности.



Рисунок 2 – Тотальное повреждение молодых деревьев *Robinia pseudoacacia* в весенний период *Lepus europaeus* (Выгонощанский стационар, 2017 г.)

12. Внедрение в репродуктивные периоды в населенные пункты лесных видов грызунов *Apodemus*, *Clethrionomys*, *Muscardinus* на фоне возрастания тератогенных эффектов полевых видов грызунов.

Кроме вышеуказанных, в последние годы для Белорусского Полесья установлены и другие виды зоогенных рисков, актуальных для хозяйства и здоровья людей.

Таким образом, среди общих причин, обуславливающих возникновение вышеперечисленных рисков можно отметить: появление значимых участков (заброшенные сады, полигоны ТКО) и точечных объектов (биотехния, падаль, подранки промысловых и сельскохозяйственных животных) доступных для животных видов отходов; метеоклиматическая ситуация; изменение интенсивности и направлений охотничьей и рыболовной деятельности. Сказывается и запущенность приусадебных участков и земель общего пользования в связи с отсутствием сенокосения, выпаса, ухода.

Среди перечисленных выше 12 рисков, внешними следует признать: №1–3, 5, 6, 9, 11. Исходящими рисками можно определить № 4 и 8. Неоднозначны по функциональному вектору риски 7, 10, 12.

Выводы

1. В структуре агроэкологических фаунистических рисков Белорусского Полесья в течение 1995–2015 гг. выявлены существенные изменения, которые выражаются в появлении новых рисков.

Среди 12 качественно новых и количественно возросших агроэкологических рисков к внешним рискам отнесены 7; к исходящим рискам – 2; неоднозначным – 3.

2. Среди первичных причин, обуславливающих появление агроэкологических рисков, установлены: открытое размещение и увеличение разнообразия и объёмов отходов; изменения уровней и направлений охотничьего и рыболовного хозяйства; метеоклиматическая ситуация; запущенность селитебных территорий.

3. В населённых пунктах и на их окраинах формируются новые экотипы диких млекопитающих и птиц (лебедь-шипун, заяц-русак, лесная куница, европейская косуля).

ЛИТЕРАТУРА

1 Шмаль, А. Г. Факторы экологической опасности и экологические риски / А. Г. Шмаль. – Бронницы : Изд-во МП «ИКЦ БНТБ», 2010. – 192 с.

2 Пешина, Э. В. О классификации рисков в агропромышленном комплексе / Э. В. Пешина, Р. Ф. Садыков // Экономика региона. Институт экономики УрО РАН. – 2012. – Вып. 2. – С. 244–249.

3 Никитин, А. Нелегальное выращивание трансгенных культур – общемировая проблема / А. Никитин // Агромир XXI. – 2013. – № 1–2. – С. 19–21.

4 Мясникович, М. В. Основные направления обеспечения национальной безопасности Республики Беларусь. Современное состояние и перспективы / М. В. Мясникович [и др.] – Минск : Изд-во «Экономика и право», 2003. – 451 с.

5 Статистический ежегодник Брестской области. – Брест : Главное статистическое управление Брестской области, 2015. – 463 с.

6 Сидорович, В. Е. Куньи в Беларуси : эволюционная биология, демография и биоценотические связи / В. Е. Сидорович. – Минск : Золотой улей, 1997. – 263 с.

7 Сержанин, И. И. Млекопитающие Беларуси / И. И. Сержанин. – Минск : Издательство АН БССР, 1961. – 319 с.

8 Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Издательский центр БГУ, 2005. – 399 с.

9 Красная книга Республики Беларусь. Животные : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / редкол.: Л. И. Хоружик (пред.) [и др.]. – Минск : Беларуская Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2004. – 320 с.

10 Федюшин, А. В. Птицы Белоруссии / А. В. Федюшин, М. С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1967. – 520 с.

CHANGES IN STRUCTURE OF AGROENVIRONMENTAL RISKS OF THE BELARUSIAN POLESYE: FAUNISTIC ASPECT

Demyanchik V.T., Olgomets A.N., Semenyak A.M.

In article an attempt of definition of rural territories of essential changes, significant for a sustainable development, and allocation of faunistic agroenvironmental risks, new after 2010, on the basis of long-term ecological-faunistic in Belarusian Polesye is made. In structure of agroenvironmental faunistic risks of the Belarusian Polesye during 1995–2015 essential changes which are expressed in emergence of new risks are revealed. Among 12 qualitatively new and quantitatively increased 7 are referred to external risks; to the proceeding risks – 2; ambiguous – 3.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ЗООНОЗНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ БИОТОПАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

В.Т. Демянчик, В.В. Демянчик, В.П. Рабчук

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь,
koktebel.by@mail.ru

Анализируется современная биотопическая структура 26 видов мелких млекопитающих *Insectivora*, *Rodentia*, *Carnivora*. Оценивается зоонозное значение массовых видов млекопитающих. Установлены существенные изменения в динамике численности и распределении 8 видов и внедрение в населенные пункты типичных лесных и опушечно-луговых видов: *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus flavicollis*, *Apodemus agrarius*. Оцениваются изменения состава мелких млекопитающих в течение последних 60 лет.

Введение

Изменение видового состава, динамика численности, биотопическая структура и инвазированность мелких млекопитающих являются традиционным предметом исследований в различных направлениях синэкологии, териологии, паразитологии [1–5]. Мелкие млекопитающие – особо актуальная группа диких позвоночных животных в распространении и поддержании естественных природных очагов зоонозов. Первые обстоятельные исследования состава мелких млекопитающих в 9 лесных и болотных биотопах центральной части Белорусского Полесья проведены более 50 лет назад в Лунинецком районе (Лунинецкий стационар) [6, 7].

Цель наших исследований – определение современного состава, распределения, относительной численности и оценка зоонозного значения мелких млекопитающих в зоне предыдущих исследований 1955–1975 гг. [6, 7] на границе Столинского и Лунинецкого районов.

Методика и объекты исследования

Исследования проведены на Стаховском стационаре и сопредельных территориях: в условной призме площадью 200 км.кв. вытянутом вдоль правого берега р. Припять. Условный центр в д. Плотница Столинского района: 52°02'46,38" с.ш. 26°38'28,66" в.д. Изучение проводилось методами давилок Геро, анализа остатков питания четырех видов сов, отбора добычи домашних кошек, сбора погибших особей с использованием рекомендаций изложенных в опубликованных работах [1, 2, 8, 9]. Биотопическая структура оценивалась по землеустроительным документам, материалам дистанционного зондирования Земли сервиса *Google Earth* и натурным обследованиям.

Основные сборы проведены на 24 постоянных площадках наблюдений в феврале–мае 2017 г. Добыто, собрано и заколлектировано 3355 экземпляров 26 видов мелких млекопитающих. Зоонозное значение видов мелких млекопитающих проводилось на основе опубликованных данных, актуальных для Полесья [1, 4, 10, 11]. Для сравнения использованы материалы, полученные на 18 разных стационарах в аналогичных биотопах центральной и восточной части Белорусского Полесья в последнее десятилетие.

Результаты и их обсуждение

Общая биотопическая структура исследуемой территории площадью 20 000,0 га в целом достаточно репрезентативно отражает ландшафтное разнообразие пойменно-террасной зоны реки Припять в центральной части Белорусского Полесья (таблица 1). По площади здесь преобладают открытые биотопы (пахотные и луговые земли) и составляют 60 %. По сравнению с прошлым десятилетием существенно увеличилось число контуров и

площади кустарниковых зарослей. В настоящее время общая площадь этого наименее ценного в природно-экологическом отношении биотопа составила 13 % (таблица 1).
Таблица 1 – Виды земель и их площадь в 2017 г. на Стаховском стационаре и сопредельных угодьях исследованной территории в центральной части Белорусского Полесья

№ п/п	Виды земель	Площадь, га	Площадь, %
1	Лесные и покрытые древесной растительностью земли (в том числе покрытые древесной растительностью)	4357,12 (303,32)	21,78
2	Земли покрытые кустарниковой растительностью	2603,61	13,02
3	Пахотные земли	9753,76	48,77
4	Луговые земли	2272,74	11,36
5	Земли под водой	99,12	0,49
6	Земли под застройкой	913,65	4,58
Всего:		20000,0	100,0

При выяснении видового состава и общей картины биотопического распределения мелких млекопитающих классический метод отлова давилок Геро нередко оказывается недостаточно информативным [8, 12]. Поэтому в современных исследованиях, несмотря на некоторые недостатки, используется более продуктивный и безукоризненный с точки зрения экологической этики метод оценки состава мелких млекопитающих по остаткам питания сов в гнездовой период [1, 8, 9].

Результаты оценки состава и относительной численности мелких млекопитающих в пойме и на террасе р. Припять собранные в достаточно короткий промежуток времени показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Биотопическая структура мелких млекопитающих в пойме и на террасе р. Припять на Стаховском стационаре и сопредельных угодьях в Столинском и Лунинецком районах в феврале–мае 2017 г. по данным спектров питания 4-х видов сов (*Asio otus*, *Strix aluco*, *Bubo bubo*, *Athene noctua*)

№ п/п	Виды мелких млекопитающих в спектрах питания сов	Селитебные биотопы		Селитебно-луговые биотопы		Луговые биотопы		Опушечно-лесные биотопы		Все биотопы	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	<i>Talpa europaea</i>							1	0,14	1	0,03
2	<i>Sorex araneus</i>	2	0,6			3	0,15	126	17,45	131	3,94
3	<i>Sorex caecutiens</i>							1	0,14	1	0,03
4	<i>Sorex minutus</i>					3	0,15	33	4,57	36	1,08
5	<i>Crocidura leucodon</i>	8	2,4			4	0,20	11	1,52	23	0,69
6	<i>Crocidura suaveolens</i>	2	0,6					1	0,14	3	0,09
7	<i>Neomys fodiens</i>							1	0,14	1	0,03
8	<i>Mustela erminea</i>							1	0,14	1	0,03
9	<i>Mustela nivalis</i>			1	0,35					1	0,03
10	<i>Lepus europaeus</i>					1	0,05			1	0,03
11	<i>Apodemus agrarius</i>	108	32,8	46	15,97	247	12,46	47	6,51	448	13,49
12	<i>Apodemus flavicollis</i>			15	5,21	40	2,02	79	10,94	134	4,03
13	<i>Apodemus sylvaticus</i>			6	2,08	80	4,04	7	0,97	93	2,80
14	<i>Apodemus uralensis</i>					8	0,40			8	0,24
15	<i>Mus musculus</i>	7	2,1	2	0,69	31	1,56			40	1,20

16	<i>Micromys minutus</i>	25	7,6	4	1,39	167	8,43	42	5,82	238	7,16
17	<i>Rattus sp.</i>				0,00	2	0,10			2	0,06
18	<i>Rattus norvegicus</i>			16	5,56	1	0,05			17	0,51
19	<i>Clethrionomys (Myodes) glareolus</i>	2	0,6	9	3,13	53	2,67	265	36,7	329	9,9
20	<i>Microtus arvalis</i>	171	51,8	159	55,21	1237	62,41	43	5,96	1610	48,46
21	<i>Microtus agrestis</i>			8	2,78	12	0,61	2	0,28	22	0,66
22	<i>Microtus oeconomus</i>			17	5,90	66	3,33	10	1,39	93	2,8
23	<i>Microtus subterraneus</i>	5	1,5	4	1,39	22	1,11	24	3,32	55	1,66
24	<i>Arvicola terrestris</i>			1	0,35			2	0,28	3	0,09
25	<i>Sicista betulina</i>					1	0,05	4	0,55	5	0,15
26	<i>Muscardinus avellanarius</i>					4	0,20	22	3,05	26	0,78
	Все экземпляры	330		288		1982		722		3322	

Как показывают данные таблицы 2, основу наших сборов составили мелкие млекопитающие, собранные в остатках корма сов-обитателей открытых луговых пространств. Такой подход позволяет адекватно сопоставлять площади и численность видов млекопитающих конкретных биотопов. Относительная площадь открытых биотопов составляет 60 %, а относительная численность типичных видов этой категории биотопов (*Microtus arvalis*, *M. oeconomus*) несколько ниже – 51,2 % (таблица 2, 3). В целом отмечается значительное превышение лесных и древесно-кустарниковых видов мелких млекопитающих по сравнению с площадью биотопов, пригодных для этой группы животных. Всего отмечено 26 видов мелких наземных млекопитающих (таблица 2). Около половины видов, показанных в таблице 2, относятся к редким или малочисленным видам на территории Беларуси [1, 13]. По компактности, величине выборки, видовому богатству и биотопической разнородности видов, материалы Стаховского стационара представляют собой один из наиболее репрезентативных результатов в аналогичных микротериофаунистических исследованиях Полесья и Европы (таблица 3). Отметим, что за 20 лет на сопредельном стационаре достоверно зарегистрировано 5059 особей 21 вида грызунов и насекомоядных [7]. В наших исследованиях за 4 месяца соответственно – 3355 особей и 26 видов (таблица 3).

Таблица 3 – Состав микротериокомплексов в западной и центральных зонах Белорусского Полесья в 1955–2017 гг.

№ п/п	Виды мелких млекопитающих	Лунинецкий стационар 1955–1975 гг. [7]		Стаховский стационар февраль–май 2017 г.		Центрально- и западно-полесские стационары 2010–2014 гг.	
		n	%	n	%	n	%
1	<i>Erinaceus concolor</i>	32	0,63	+	+	1	0,02
2	<i>Talpa europaea</i>	32	0,63	1	0,03	19	0,37
3	<i>Sorex araneus</i>	403	7,96	131	3,94	124	2,43
4	<i>Sorex caecutiens</i>			1	0,03	+	+
5	<i>Sorex minutus</i>	71	1,4	36	1,08	37	0,73
6	<i>Crocidura leucodon</i>			23	0,69	30	0,59
7	<i>Crocidura suaveolens</i>	1 (?)*	0,02	3	0,09	3	0,06
8	<i>Neomys fodiens</i>	25	0,49	1	0,03	34	0,67
9	<i>Neomys anomalus</i>					+	+
10	<i>Mustelidae sp.</i>					1	0,02
11	<i>Mustela erminea</i>			1	0,03		
12	<i>Mustela nivalis</i>			1	0,03		
13	<i>Leporidae sp.</i>					1	0,02

14	<i>Lepus europaeus (juv)</i>			1	0,03		
15	<i>Sciurus vulgaris</i>			+	+	1	0,02
16	<i>Apodemus agrarius</i>	1067	21,08	448	13,49	492	9,65
17	<i>Apodemus flavicollis</i>	1326	26,2	134	4,03	294	5,76
18	<i>Apodemus sylvaticus</i>	27	0,53	93	2,80	50	0,98
19	<i>Apodemus uralensis</i>			8	0,24	4	0,08
20	<i>Mus musculus</i>	37	0,73	40	1,20	125	2,45
21	<i>Micromys minutus</i>	6	0,12	238	7,16	261	5,12
22	<i>Rattus sp.</i>			2	0,06		
23	<i>Rattus rattus</i>	8	0,16			5	0,1
24	<i>Rattus norvegicus</i>	1	0,02	17	0,51	6	0,12
25	<i>Clethrionomys (Myodes) glareolus</i>	1478	29,2	329	9,90	223	4,37
26	<i>Microtus arvalis</i>	308	6,08	1610	48,46	2335	45,78
27	<i>Microtus agrestis</i>	6	0,12	22	0,66	112	2,2
28	<i>Microtus oeconomus</i>	8	0,16	93	2,80	587	11,51
29	<i>Microtus subterraneus</i>			55	1,66	75	1,47
30	<i>Arvicola terrestris</i>	208	4,1	3	0,09	86	1,69
31	<i>Sicista betulina</i>	1	0,02	5	0,15	118	2,31
32	<i>Muscardinus avellanarius</i>	3	0,06	26	0,78	46	0,9
33	<i>Glis glis</i>	4	0,08			4	0,08
34	<i>Dryomys nitedula</i>	8	0,16			+	+
35	<i>Eliomys quercinus</i>	1	0,02			+	+
36	<i>Cricetus cricetus</i>					+	+
37	<i>Chiroptera sp.</i>					26	0,51
	<i>Всего</i>	5061		3322		5100	

Примечание:

+ Выявленные в иные годы или иными методами на данных модельных территориях.

* Отсутствуют документальные подтверждения [1].

Мелкие млекопитающие неравномерно заселяют биотопы. В лесных биотопах по нашим данным доминировала *Clethrionomys (Myodes) glareolus* и составила там 37 % (таблица 2). В середине 20-го столетия этот вид абсолютно «доминировал» среди всех млекопитающих на 9 обследованных площадках лесных и луговых биотопов вместе взятых и составлял 29,2 % (таблица 3) [7]. На наш взгляд, «доминирование» *Cl. glareolus* в середине 20-го столетия на Лунинецком стационаре объясняется кормовой спецификой этого вида, который очень охотно использует приманку в давилках Геро. В отличие от типичных травоядных видов *M. oeconomus*, *M. arvalis*, численность которых и в тот период была в природе достаточно высокой. В отличие от большинства других видов млекопитающих *Cl. glareolus* характеризуется сравнительно «спокойной» ритмичной динамикой численности по годам [1, 5].

Существенная особенность в биотопическом распределении *Cl. glareolus* на Стаховском стационаре в 2017 г. – внедрение этого лесного вида в населенные пункты (таблица 2, рисунок 1, 2). На основе отбора добычи домашних кошек и анализа корма *Athene noctua* зарегистрировано 25 репродуктивно активных и молодых особей *Cl. glareolus* непосредственно в жилой и животноводческой застройке. В прошлые годы подобное явление не отмечалось. Что объясняется формированием синантропных группировок *Cl. glareolus* в запущенных или заброшенных садах и палисадниках, в особенности в черносливниках среди населенных пунктов, прилегающих к суходольным лесам (рисунок 1). До недавнего времени *Cl. glareolus* считалась фоновым видом лесных мышевидных грызунов Беларуси и сопредельных регионов и в центре населенных пунктов не встречалась [1–3, 8].

Cl. glareolus один из самых изученных видов млекопитающих Полесья и сопредельных регионов. Именно этот вид характеризуется относительно высокой степенью инвазированности и играет существенную роль в циркуляции зоонозов [1, 4, 6, 11]. Известно, что в отличие от заповедных лесных биотопов в антропогенных зонах наблюдается максимальная зараженность грызунов эктопаразитами (клещами, блохами, вшами) при минимальной инвазии их гельминтами [3].

Cl. glareolus – особо актуальный вид геморрагической лихорадки (ГЛПС), нетрансмиссивного зооноза. Совсем недавно считалось, что «Основой природных очагов ГЛПС в Беларуси является рыжая полевка *Cl. glareolus*. В силу малой миграционной активности этого вида, строгой приуроченности к лесным биотопам, она редко бывает непосредственным источником возбудителя для человека» [1, стр. 255]. Нынешняя ситуация биотопического распределения с экспансией в населенные пункты может существенно изменить и ситуацию с геморрагической лихорадкой. Во всяком случае на Стаховском стационаре наблюдается более чем 100 % превышение численности *Cl. glareolus* по сравнению с фоновой величиной последнего десятилетия (рисунок 2).

Вторая особенность биотопического распределения мелких млекопитающих – рост численности мышей *Apodemus* во всех биотопах (таблица 2, 3, рисунок 2). При этом наблюдается очень существенное увеличение численности *Apodemus agrarius*, *Apodemus sylvaticus*, и в меньшей степени *Apodemus flavicollis* (таблица 3, рисунок 2). Эти три вида представляют особо актуальное значение в циркуляции зоонозов в естественных и антропогенных очагах [1, 10–13]. В энциклопедическом справочнике по териофауне Беларуси на зоонозный аспект экологии акцентирован именно в отношении *A. agrarius* и *Cl. glareolus* [13]. «Полевая мышь принадлежит к числу видов, наиболее вредных для сельского хозяйства, особенно для посевов зерновых культур. Немаловажную роль она играет как переносчик возбудителей энцефалита, туляремии и других болезней» [13, стр. 211]. «В годы высокой численности возрастает инвазированность (рыжих) полевков экто- и эндопаразитами, многие из которых являются опасными для человека и животных (геморрагическая лихорадка, туляремия, лептоспироз, свиная рожа, токсоплазмоз)» [13, стр. 256].

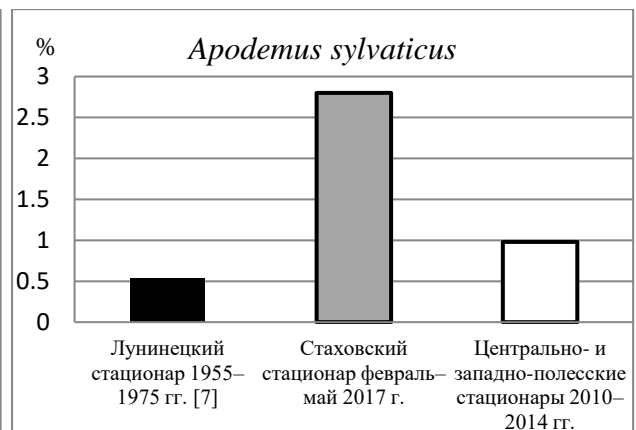
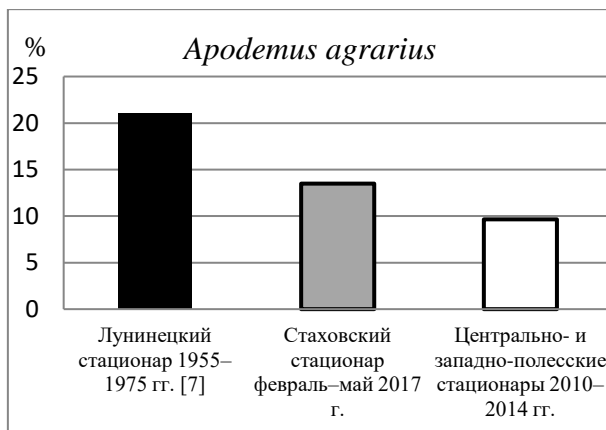
В настоящее время *A. agrarius* в давилках Геро и в питании синантропных хищников – массовый вид селитебных биотопов в течение круглого года. В прошлом в населенных пунктах *A. agrarius* в небольшом количестве встречалась обычно только в зимние сезоны [1]. По нашим наблюдениям особи *Apodemus* и *Cl. glareolus* в летний период особенно обильно заражены иксодовыми клещами – потенциальными переносчиками возбудителей зоонозов, опасных для человека и сельскохозяйственных животных. Увеличение численности *Apodemus* именно в селитебных биотопах, на наш взгляд, объясняется относительно засушливыми летними сезонами, обилием садовой продукции (падалицы) невостребованной людьми, большим числом пустующих полуразрушенных строений (рисунок 1, 2).



Рисунок 1 – Постоянные кормовые площадки диких видов грызунов *Apodemus* и *Clethrionomys glareolus* в пустующих и ветхих строениях – характерное явление в современных населенных пунктах (март 2017 г., Выгонощанский стационар)

В тоже время продолжающаяся депрессия численности привела к исчезновению из селитебных и других биотопов *Arvicola terrestris* (таблица 2, 3). Известно, что в начале 1960-х годов в полесских районах Беларуси наблюдались (резонансные в научном, хозяйственном и эпидемиологическом отношениях) экспансии этого вида грызунов – основного хозяина возбудителя туляремии [1].

Засушливые весенне-летние сезоны последних лет и видимо, другие менее значительные факторы привели к росту численности в селитебных и иных биотопах *Rattus norvegicus*. В нашей 30-ти летней практике впервые зарегистрировано массовое участие в спектре питания *Bubo bubo* именно серых крыс *R. norvegicus* (таблица 2). Судя по остеологическим элементам пойманные *R. norvegicus* отличались предельно крупными для условий Полесья размерами. Крысы характеризуются как хозяева и переносчики целого ряда зооценозов [1].



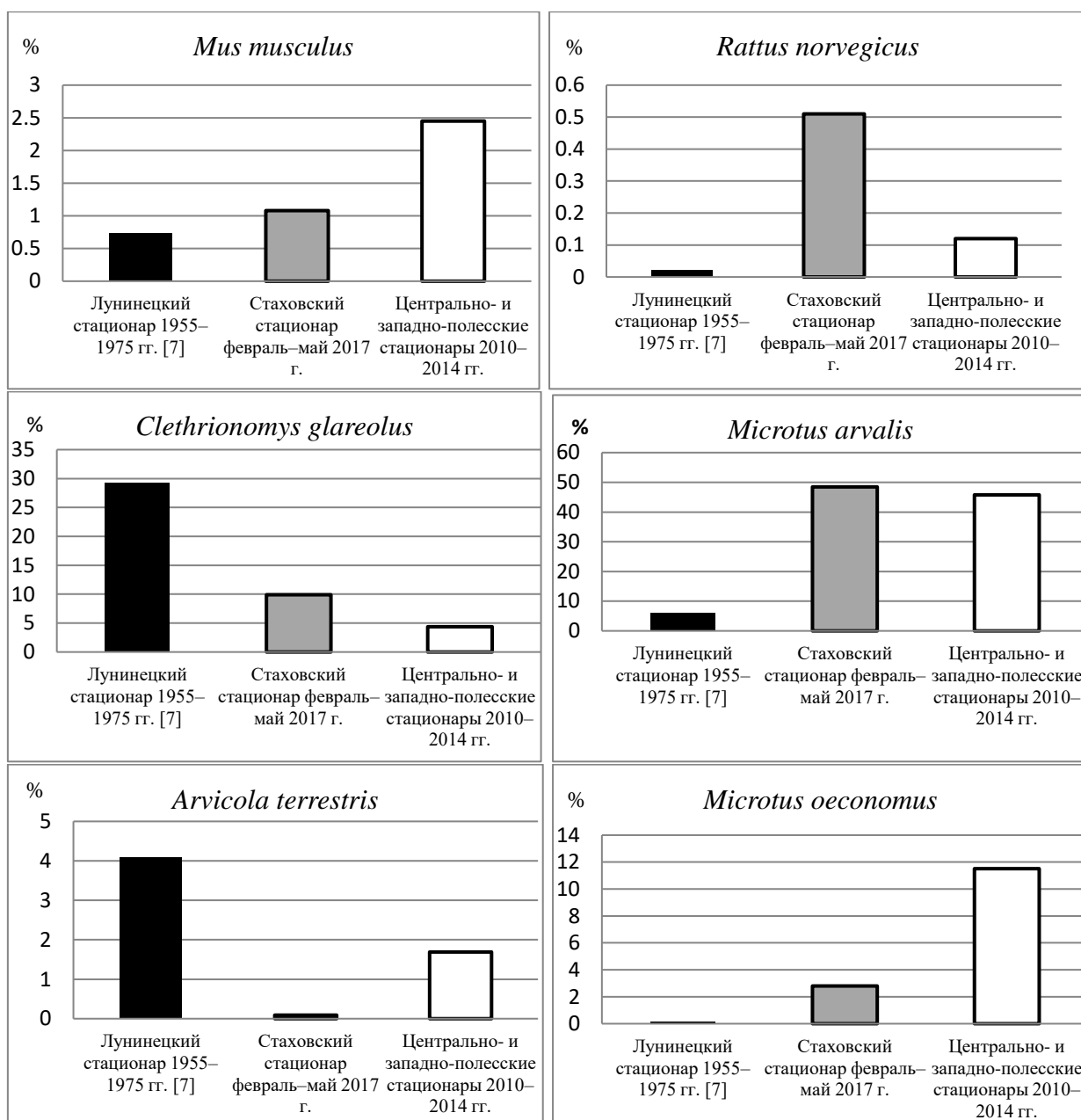


Рисунок 2 – Изменение относительной численности фоновых видов мелких млекопитающих на стационарах Белорусского Полесья в 1955–2017 гг. [7; авторские данные]

Некоторое превышение численности самого многочисленного вида млекопитающих региона *Microtus arvalis* объясняется не только «мышинным» годом, но и массовым использованием в севооборотах этого региона кукурузы, рапса, бобовых. Эти причины, видимо, способствовали росту численности и ряда других грызунов, характерных для сельскохозяйственных угодий: *Micromys minutus*, *Apodemus sp.*, *Rattus sp.*, *Mus musculus* (таблица 3, рисунок 2).

По сравнению с 1950–1970-ми годами фауна мелких млекопитающих Центрального Полесья пополнилась, как минимум, 5 видами: *Sorex caecutiens*, *Crocidura leucodon*, *C. suaveolens*, *Microtus subterraneus* и *Apodemus uralensis*. Кроме *S. caecutiens* эти виды – типичные обитатели селитебных биотопов.

Отсутствие в наших сборах на Стаховском стационаре 2-х видов *Gliridae, sp.* возможно объясняется более однообразным составом лесобразующих пород и подлеска по сравнению с Лунинецким стационаром [6, 7]. В сборах 1950–1970-х годов преобладали

три вида (*A. agrarius*, *A. flavicollis*, *Cl. glareolus*) [6, 7]. Абсолютное преобладание (77 %) этих трех видов грызунов вполне объяснимо методическими особенностями (именно эти виды исключительно активно попадают в давилки Геро). Природное соотношение численности видов мелких млекопитающих в центральной части Белорусского Полесья более адекватно отражают не данные учетов давилками Геро, а материалы по питанию территориально консервативных в гнездовой период четырех видов сов с дополнительным использованием других методов.

Выводы

1. Комбинированное применение методов давилки Геро, анализа остатков корма сов и добычи домашних кошек позволяет оценить практически полный видовой состав и общую биотопическую структуру мелких млекопитающих крупных территорий за сравнительно короткий срок.

2. На Стаховском стационаре в центральной части Белорусского Полесья в весенний сезон (февраль–май) 2017 года зарегистрировано 3355 особей 26 видов мелких млекопитающих грызунов и насекомоядных. Установлено и документально подтверждено появление 5-ти регионально новых видов мелких млекопитающих: *Sorex caecutiens* (антропофобный лесной вид), *Crocidura leucodon* и *C. suaveolens* (синантропные виды), *Microtus subterraneus* (эвритопно-синантропный вид) и *Apodemus uralensis* (эвритопно-синантропный вид).

3. Наиболее существенное изменение численности и биотопическая динамика выявлены у *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus agrarius*, *A. sylvaticus*, *Arvicola terrestris*, *Rattus norvegicus*, *Microtus arvalis* – видов грызунов представляющих высокую значимость в проблеме зоонозов.

Выражаем искреннюю благодарность А.М. Семянюку и М.Г. Демянчик за активное содействие в сборе материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Бел. изд. Товарищество «Хата», 2005. – 320 с.

2 Тихонова, Г. Н. Распространение и видовое разнообразие мелких млекопитающих берегов рек урбанизированных территорий / Г. Н. Тихонова, И.А. Тихонов, П.Л. Богомолов, А.В. Суров // Зоологический журнал – Том 81 № 7. – 2002. – С 864–870.

3 Чикилевская, И.В. Паразитокомплексы мышевидных грызунов как объект экологического мониторинга / И.В. Чикилевская, И.В. Меркушева, Н.С. Балагина, Л.И. Краевская – Выпуск 11. – Минск, 1987. – С. 139–143. Что за журнал?????? + оформить как статья с более чем 3 авторами

4 Шималов, В. В. Гельминтофауна мелких насекомоядных млекопитающих и грызунов, обитающих вдоль автомагистралей / В. В. Шималов // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі : серыя біялагічных навук. – 2012. – № 4. – С. 106–111.

5 Демянчик, В. Т. Многолетняя динамика лесных видов микромаммалий *Micromammalia* на Выгонощанском лесо-болотном массиве / В. Т. Демянчик // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. – 2009. – № 2. – С. 234–238.

6 Михолап, О. Н. Динамика численности мышевидных грызунов в лесных биотопах Белоруссии / О. Н. Михолап, В. Ф. Терехович // Экология позвоночных животных Белоруссии. – 1965. – какой №???? – С 34–41.

7 Михолап, В. М. Уплыў асушальнай меліярацыі балот Беларускага Полесья на стан насельнікаў дробных млекакормячых / В. М. Михолап // Весці Акадэміі навук Беларускай ССР : серыя біялагічных навук. – 1979. – № 5. – С 117–122.

8 Демянчик, В. Т. Возможности и некоторые результаты использования данных питания сов в оценке видового разнообразия мелких млекопитающих / В. Т. Демянчик // Охраняемые животные Белоруссии. Выпуск 3. – Минск, 1999. – С. 38–43. Что это? Журнал, сер. Изд???

9 Демянчик, В. Т. Позвоночные животные Беларуси : пособие / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик – Брест : БрГУ, 2015. – 139 с.

10 Белов, С. И. Медицинская география Белоруссии / С. И. Белов, Н. С. Ратобильский. – Минск : Беларусь, 1977. – 160 с.

11 Морозов Ю. Ф. Материалы по гельминтофауне грызунов и насекомых Беловежской пуши / Ю. Ф. Морозов // Труды заповедно-охотничьего хозяйства «Беловежская пуца». Выпуск 1. – Минск : Издательство «Звезда», 1958. – С. 151–175. оформите как сборник!!!

12 Гайдученко, Е. С. Формирование комплексов мелких млекопитающих долинных лесных экосистем юго-востока Белорусского Полесья / Е. С. Гайдученко // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І.П. Шамякіна : біялагічныя навукі. – 2013. – № 1. – С. 9–14.

13 Звери : попул. энцикл. справ / под ред. О. К. Федосова. – Минск : Беларуская энцыклапедыя, 2003. – 440 с.

SPATIAL STRUCTURE AND ZOONOTIC IMPORTANCE OF SMALL MAMMALS IN NATURAL AND ANTHROPOGENIC BIOTOPES OF THE CENTRAL PART OF THE BELARUSIAN POLESYE

Demyanchik V.T., Demyanchik V. V., Rabchuk V.P.

Analyzes the contemporary habitat structure of the 26 species of small mammals *Insectivora*, *Rodentia*, and *Carnivora*. Estimated value of the mass of zoonotic species of mammals. The significant changes in the dynamics of the number and distribution of 8 species and the introduction into settlements of typical forest and forest-edge-grassland species: *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus flavicollis*, *Apodemus agrarius*. Estimated changes in the composition of small mammals over the past 60 years.

СИНАНТРОПНЫЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Демянчик В.В.* , Демянчик М.Г.**

*ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», г. Брест, Беларусь, *koktebel.by@mail.ru*

**УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, Беларусь

В статье оценивается состав и экологические статусы синантропных видов млекопитающих, выявленных за всю историю исследований на территории населенных пунктов Белорусского Полесья. В современной фауне Белорусского Полесья 22 вида млекопитающих относятся к синантропным видам. Характерная особенность синантропных млекопитающих Белорусского Полесья – способность формировать колонии, регулярные или факультативные скопления.

Введение

Млекопитающие относятся к широко распространённой экологической и хозяйственно значимой группе животного мира Белорусского Полесья. На территории населенных пунктов имеются разнообразные экологические условия для многих видов млекопитающих.

В отличие от большинства видов наземных позвоночных, для диких млекопитающих в наибольшей мере характерна антропофобия и скрытный образ жизни. Поэтому видовой состав и экологические статусы диких млекопитающих в населенных пунктах изучены крайне фрагментарно.

Методика и объекты исследования

Полевые исследования проведены в 1990–2016 гг. на территории населенных пунктов Брестской, Гомельской и южной части Минской области. Более детальные исследования в 2010–2015 гг. проведены на 10 стационарах Брестской области: Столинский район (дд. Семигостичи, Стахово, Коробье); Ивацевичский район (дд. Бобровичи, Выгонощи); Брестский район (д. Томашовка, туркомплексы Белое озеро); Каменецкий район (д. Большая Турна), гг. Пинск, Ивацевичи.

Использованы: маршрутный и точечный методы учетов с использованием технических средств: живоловок, паутинных сетей, ультразвуковых детекторов D-200 и D-240, ловчих канавок. Применялся метод целевых поисков в потенциальных убежищах особей, а также метод изучения остатков питания хищных животных (сов, куньих). Все указанные в статье виды подтверждены документально коллекционными экземплярами тушек, скелетов, черепов.

Результаты и их обсуждение

Судя по значительному количеству опубликованных работ, млекопитающие относятся к одному из наиболее полно изученных таксономических классов животного мира Беларуси [1-7]. Однако для территории Белорусского Полесья остается нерешенной проблема составления документированного кадастра и коллекционного фонда зарегистрированных видов млекопитающих.

Это необходимо для разных целей, в том числе и в связи с появлением новых методик идентификации видов и уточнения региональных фаун. Например, в составе фауны Беларуси и Европы в целом еще в 1970-е годы выделялся всего один вид *Plecotus auritus*. В результате детального изучения генетики и морфологии из этого одного вида выделено 6 самостоятельных видов [8]. Два таких вида *Plecotus auritus* и *Plecotus austriacus* установлены и для населённых пунктов Полесья [9].

Среди экологических групп диких млекопитающих наиболее характерны для населенных пунктов синантропные виды. Синантропные виды – виды, численность которых на 60% и больше сконцентрирована в селитебных экосистемах.

В ходе полевых исследований, обзора литературных источников и коллекций установлено, что в современной фауне Белорусского Полесья 22 вида млекопитающих относятся к синантропным видам (таблица 1).

Таблица 1 – Синантропные млекопитающие модельных территорий селитебных экосистем на стационарах юго-запада Беларуси 2010–2016 гг.

№ п/п	Синантропные виды	Семигостицы		Стахово		Коробье		Пинск		Выгонощи		Бобровичи		Ивацевичи		Томашевка		Белое озеро		Б.Турна	
		6,7 км.кв.		6,7 км.кв.		1,8 км.кв.		6,7 км.кв.		6,7 км.кв.		1,1 км.кв.		6,7 км.кв.		6,7 км.кв.		1,05 км.кв.		4 км.кв.	
	Млекопитающие	сч	пр	сч	пр	сч	пр	сч	пр	сч	пр	сч	пр	сч	пр	сч	пр	сч	пр	сч	пр
1.	Белогрудый ёж <i>Erinaceus concolor</i>	+++	зим	++++	зим	-		+++	зим	++	зим			++	зим.	+++	зим	-		+++	зим
2.	Малая белозубка <i>Crocidura suaveolens</i> *	-		+	появл, зим	-		-		-		-		-		-		-		-	
3.	Белобрюхая белозубка <i>Crocidura leucodon</i>	-		+	появл, зим	-		-		++	появл, зим	-		++	появл, зим	++	флукт, зим	-		++	флукт, зим
4.	Водяная ночница <i>Myotis daubentonii</i>	±		+±		++		+++		+++		+				++		++ +		+	
5.	Прудовая ночница <i>Myotis dasycneme</i>	-		±		±		±		++		±		-		±		-		-	
6.	Реснитчатая ночница <i>Myotis nattereri</i>	-		-		-		-		-		-		-		++		-		-	
7.	Усатая ночница <i>Myotis mystacinus</i>	±		±		±		±		-		-		-		+		-		-	
8.	Ночница Брандта <i>Myotis brandtii</i>	-		-		-		-		-		-		-		+		-		-	

№ п/	Синантропные виды	Семигостицы		Стахово		Коробье		Пинск		Выгонощи		Бобровичи		Ивацевичи		Томашевка		Белое озеро		Б.Турна	
9.	Серый ушан <i>Plecotus austriacus</i>	-		-		-		-		-		-		-		++	ЗИМ	-		±	
10.	Европейская широкоушка <i>Barbastella barbastellus</i>	-		-		-		-		-		-		-		±		-		+	
11.	Нетопырь-карлик <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	±±		±±±		++++	увел	±±		++	увел	+++ +	увел	±±		+++ +		++		±	
12.	Нетопырь малый <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	±±±		±±±		+++		±±		++		+++		±±		+++		++		+	
13.	Лесной нетопырь <i>Pipistrellus nathusii</i>	±		±±		++++	ПОЯВ Л	±		++		++		±		+++		-		-	
14.	Средиземноморский нетопырь <i>Pipistrellus kuhlii</i>	++	ПОЯВ Л, ЗИМ	-		-		+-	ПОЯВ Л.	-		-		-		-		-		-	
15.	Северный кожанок <i>Eptesicus nilssonii</i>	-		-		-		-		+						+		±		-	
16.	Поздний кожан <i>Eptesicus serotinus</i>	++	ЗИМ	+	ЗИМ	-		+++	ЗИМ	++		-		±±		+++	ЗИМ	++	ПОЯВ Л.	±±	
17.	Двухцветный кожан <i>Vespertilio murinus</i>	±		±		++++	увел	±±	ЗИМ	±±		-		±		±		-			

№ п/	Синантропные виды	Семигостицы		Стахово		Коробье		Пинск		Выгонощи		Бобровичи		Ивацевичи		Томашевка		Белое озеро		Б.Турна	
			увел, зим		увел, зим		зим		зим		появл, зим				увел, зим		увел, зим				зим
18.	Каменная куница <i>Martes foina</i>	+++	увел, зим	+++	увел, зим	+	зим	++	зим	+	появл, зим	-		+++	увел, зим	+++	увел, зим	-		++	зим
19.	Лесной хорь <i>Mustela putorius</i>	+	зим	+++	зим	+++	зим	+	зим	++	зим	+	зим	++	зим		исч	-		++	зим
20.	Мышь домовая <i>Mus musculus</i>	++++	зим	++++	зим		исч	+++	зим	+++	зим	++	зим	+++	зим	+++	зим	-		+++	зим
21.	Крыса серая <i>Rattus norvegicus</i>	++++	увел, зим	+++	увел, зим		исч	+++	зим	+	зим	++	сокр, зим	+++	зим	+++	зим	-		+++	зим
22.	Крыса черная <i>Rattus rattus</i>	-		+	зим	-		-		+++	зим	-		?		++	зим	-		-	

Примечание:

сч – статус численности

пр – примечание

Полужирным шрифтом выделены виды, включенные в основные категории Красной книги Республики Беларусь

Статус численности в селитебных экосистемах:

– в ходе специальных исследований размножение не установлено

+ единичные регистрации размножения или стабильного обитания;

++ редкий (малочисленный), ,

+++ обычный;

++++ многочисленный (массовый).

± регистрация без фактов размножения в репродуктивный период, соответственно:

единично, редко и т.д.;

зим – регулярно зимующий;

появл – появление в последние 10 лет;

увел – увеличение численности в последние 10 лет на $\geq 50\%$ от среднегодовой численности;

Для летучих мышей:

++++ одна выводковая колония (группировка) повышенной численности или несколько выводковых (группировок) колоний

+++ выводковая колония(группировка), или регулярные колонии иных категорий;

++ колонии (группировки) иных категорий;

+ факт устойчивого обитания особи (особей).

За исторический период териологических исследований в составе синантропных видов Белорусского Полесья произошли определенные изменения. За счет уточнения таксономического статуса в конце 1990-х годов фауна дополнилась 2-мя видами: *Myotis brandtii* и *Pipistrellus pygmaeus*.

В результате естественного расширения ареалов в 1990-2010 гг. на территорию Полесья проникли с юга два вида: *Plecotus austriacus* и *Pipistrellus kuhlii*. Видовых потерь за счет регионального исчезновения или вымирания в фауне синантропных млекопитающих за исторический период не зарегистрировано [1, 3, 5].

Современный видовой состав синантропных млекопитающих Белорусского Полесья составляет 22 вида, все они выявлены хотя бы на одной из модельных территорий (таблица 1). Синантропные виды представлены семействами: Ежиные – 1 вид; Землеройковые – 2 вида; Гладконосые летучие мыши – 14 видов; Куньи – 2 вида; Мышиные – 3 вида. В таксономическом отношении более половины видов представлены одни отрядом – Рукокрылые.

Среди млекопитающих синантропов на территории Белорусского Полесья проходят границы сплошного ареала или выводковых областей у 9 представителей из родов *Crocidura*, *Pipistrellus* и других.

В природоохранном отношении синантропные млекопитающие выделяются значительным числом охраняемых видов: 7 видов или 35% включены в Красную книгу Республики Беларусь (таблица 1) [10].

В хозяйственном отношении преимущественно вредными для хозяйства человека и видов биологического разнообразия в современных условиях модельных территорий относятся *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*, *Mus musculus* [1, 2, 4, 6, наши данные].

Неоднозначные в хозяйственном отношении виды: *Erinaceus concolor*, *Martes foina*, *Mustela putorius*. Все остальные 14 видов относятся к преимущественно полезным видам. Наиболее распространенным и многочисленным одновременно видом оказалась *Mus musculus*. Локальное исчезновение установлено на отдельных территориях для *Mus musculus* и *Mustela putorius*. По характеру распространения наиболее «подвижным» видом является *Crocidura leucodon*, который впервые был обнаружен за последние 6 лет сразу на 3-х стационарах (таблица 1). Факты появлений установлены и еще для 3-х видов (таблица 1).

Увеличение численности зарегистрировано для 3-х аборигенных видов: *Pipistrellus pipistrellus*, *Martes foina*, *Rattus norvegicus* (таблица 1).

Характерная особенность синантропных млекопитающих Белорусского Полесья – способность формировать колонии, регулярные или факультативные скопления. Образование колоний: выводковых, зимовальных, миграционных и других свойственно всем 14 видам летучих мышей. Регулярные кормовые скопления характерны для *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* и *Rattus rattus*. Регулярные выводки (самка, молодые) в течение 3-4-х месяцев в году характерны для куньих: *Martes foina*, *Mustela putorius*.

Выводы

1. В современной фауне Белорусского Полесья 22 вида млекопитающих относятся к синантропным видам. Они представлены следующими семействами: Ежиные – 1 вид; Землеройковые – 2 вида; Гладконосые летучие мыши – 14 видов; Куньи – 2 вида; Мышиные – 3 вида.

2. Среди млекопитающих-синантропов на территории Белорусского Полесья проходят границы сплошного ареала или выводковых областей у 9 видов

3. В природоохранном отношении синантропные млекопитающие выделяются значительным числом охраняемых видов – 7 (35%).

4. В хозяйственном отношении вредными для хозяйства человека и видов биологического разнообразия относятся *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*, *Mus musculus*,

неоднозначные виды – *Erinaceus concolor*, *Martes foina*, *Mustela putorius*. Все остальные 14 видов относятся к преимущественно полезным видам.

5. Характерная особенность синантропных млекопитающих Белорусского Полесья – способность формировать колонии, регулярные или факультативные скопления.

Работа выполнена при поддержке гранта БРФФИ «Наука – М» Б16М-036.

Выражаем благодарность секретариату EUROBATS (П. Лина) за предоставление детекторов D-200 и D-240.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сержанин, И. Н. Млекопитающие Беларуси / И. Н. Сержанин. – Минск : Изд-во АН БССР, 1961. – 320 с.

2 Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко ; под общ. ред. Б. П. Савицкого. – Минск : Хата, 2005. – 320 с.

3 Демянчик, В. Т. Позвоночные животные Беларуси : пособие / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик. – Брест : БрГУ имени А.С. Пушкина, 2015. – 139 с.

4 Görner, M. Säugetiere Europas / M. Görner, L. Hackethal. – Leipzig : Neumann Verlag, 1987. – 372 p.

5 Гричик, В. В. Животный мир Беларуси. Позвоночные / В. В. Гричик, Л. Д. Бурко, – Минск : Изд. центр БГУ, 2013. – 399 с.

6 Звери : попул. энцикл. справ. / Беларусь. Энцикл., Ин-т зоологии Нац. АН Беларуси ; под ред. П. Г. Козло. – Минск : БелЭн., 2003. – 440 с.

7 Spitzenberger, F. Die Säugetierfauna Österreichs / F. Spitzenberger. – Graz : Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 2001. – 898 p.

8 Dietz, C. Bats of Britain, Europe and Northwest Africa / C. Dietz, O. von Helversen, D. Nill. – London : A&C Black, 2009. – 400 p.

9 Демянчик, В. Т. Рукокрылые Беларуси: Справочник-определитель / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик. – Брест : Издательство С. Лаврова, 2000. – 216 с.

10 Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / редкол.: И. М. Качановский (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БелЭн, 2015. – 317 с.

SYNANTHROPIC MAMMALS IN THE SETTLEMENTS OF THE BELARUSSIAN POLESYE

Demianchik V.V., Demianchik M.G.

The article estimated the composition and ecological status of synanthropic species of mammals identified in the history of research on the territory of the settlements of the Belarussian Polesye. In the modern fauna of the Belarussian Polesye 22 species of mammal are synanthropic species. A characteristic feature of commensal mammals of Belarussian Polesye is the ability to form colonies, regular or optional clusters.

We express gratitude to the EUROBATS Secretariat (P. Lina) for granting the detectors D-200 and D-240.

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *ROSACEAE* JUSS.

А.Н. Мялик, М.М. Дашкевич, О.А. Галуц

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь, *aleksandr-myalik@yandex.ru*

В статье приводятся данные о микроэлементном составе наиболее распространенных культивируемых плодовых растениях семейства *Rosaceae* Juss.: *Prunus domestica* L., *Malus domestica* Borkh. и *Cerasus vulgaris* Mill. Выявлены особенности накопления приоритетных тяжелых металлов (свинец, кадмий, цинк, медь) и микроэлементов-загрязнителей (марганец и железо) в листьях и плодах, выращенных на приусадебных участках Каменецкого района Брестской области.

Введение

Многочисленные исследования показывают, что на протяжении последних десятилетий содержание тяжелых металлов (ТМ) в окружающей среде (воздухе, воде, почве и в живых организмах) неуклонно повышается. Это связано с быстрым развитием и активной работой промышленных предприятий, резким увеличением количества автотранспорта, ежегодным внесением в почву высоких доз минеральных удобрений, широким применением пестицидов и гербицидов. При этом ТМ имеют длительный период полураспада с сохранением своих токсических свойств, а также обладают кумулятивным действием, накапливаясь как в почвах, так и в живых организмах [1–4]. Все большую обеспокоенность вызывает также качество сельскохозяйственной продукции, в особенности получаемой на землях приусадебного фонда, поскольку ее мониторинг практически отсутствует, за исключением эпизодических моментов контроля качества на рынках в случае реализации [5]. Учитывая вышесказанное, а также то, что значительная часть плодово-ягодной растительной продукции в Беларуси производится в частном секторе, вопросы изучения и оптимизации ее экологической безопасности являются в настоящее время исключительно актуальными.

Учитывая вышесказанное определяется цель настоящей работы – изучить особенности микроэлементного состава некоторых представителей плодово-ягодных растений, выращиваемых в частном секторе, на предмет наличия в них ТМ и микроэлементов-загрязнителей.

Методика и объекты исследования

В основу работы положены материалы выполнения комплексной агроэкологической оценки территорий некоторых агроусадб Каменецкого района Брестской области и производимой ими фитопродукции [6]. В качестве объекта исследования были выбраны наиболее распространенные плодовые растения из семейства *Rosaceae* Juss. (розоцветные): *Prunus domestica* L. (слива домашняя), *Malus domestica* Borkh. (яблоня домашняя) и *Cerasus vulgaris* Mill (вишня обыкновенная). Для выяснения особенностей накопления отдельных ТМ и микроэлементов-загрязнителей производился отбор растительных образцов и почв из мест их произрастания.

Почвенные образцы отбирались непосредственно из агрофитоценозов – то есть мест, где произрастают данные плодовые культуры (таблица 1). Образцы отбирались из верхнего плодородного слоя почвы на глубине до 20 см. В пределах агрофитоценоза (фруктового сада) отбирался усредненный почвенный образец. Растительные образцы отбирались на протяжении июня-августа в зависимости от фенологических фаз растений (сроков созревания плодов). Отбирались части растений, используемые в пищу человеком: плоды (костянки, яблоки), а также листья и части стеблей (для выяснения особенностей накопления ТМ различными органами растений). Растительные образцы,

как правило, отбирались в сухую погоду после спада росы. Для анализа собирались части растений, имеющие здоровый вид, не поврежденные вредителями и болезнями. Все отобранные растительные образцы в последующем высушивались в тени в хорошо проветриваемом помещении.

Таблица 1 – Места отбора почвенных и растительных образцов *Cerasus vulgaris*

№ образца	Место отбора	Географические координаты	Тип почвы
1	Каменецкий р-н, д. Голый Борок	52°25'36.5"N 23°51'00.6"E	дерново-подзолистая
2	Каменецкий р-н, д. Белая	52°34'52.3"N 23°43'54.3"E	дерново-подзолистая
3	Каменецкий р-н, д. Голый Борок	52°25'34.0"N 23°51'04.1"E	дерново-подзолистая
4	Каменецкий р-н, д. Млыны	52°19'30.7"N 23°39'12.8"E	дерново-подзолистая
5	Каменецкий р-н, д. Белая	52°34'48.5"N 23°43'28.8"E	дерново-подзолистая
6	Каменецкий р-н, д. Голый Борок	52°25'36.2"N 23°50'57.6"E	дерново-подзолистая
7	Каменецкий р-н, д. Угляны	52°26'25.4"N 23°53'28.2"E	дерново-подзолистая

Уровни содержания ТМ и микроэлементов в почвенных и растительных образцах были установлены методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS в лабораториях ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси». Подвижные формы ТМ в почвах определяли с помощью вытяжек 1 N HNO₃ [7]. Содержание их в фитомассе растений определялись в зольных растворах. Перечень анализируемых ТМ и микроэлементов обусловлен как техническими возможностями лабораторий, так и широким распространением данных элементов как микроэлементов-загрязнителей.

Для характеристики процессов накопления загрязнителей в растениях использовали не только величины абсолютного содержания веществ в растительных тканях и их сопоставления с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК), но и значение коэффициента биологического поглощения или коэффициент накопления элементов [8], представляющего величину, которая рассчитывается как отношение концентрации элемента в золе растений к его содержанию в соответствующей почве: $K_n = C_{\text{раст.}}/C_{\text{почв.}}$. Данный показатель позволяет косвенно судить о степени доступности элемента в среде обитания для растительных организмов и о поведении поллютантов в системе «почва – растение». По величине аккумуляции ТМ растения условно подразделяют на макро- ($K_n > 2$), микро- ($K_n = 1-2$) и к деконцентраторы (с $K_n < 1$).

По характеру накопления ТМ в зависимости от содержания их в среде обитания растения также делят на 3 группы [9]: «накопители» – характеризуются повышенным содержанием ТМ в органах независимо от их концентрации в почве ($K_n > 1$); «индикаторы» – поглощение ТМ происходит пропорционально их концентрации в почве ($K_n = 1$); «исключители» – в них содержание ТМ поддерживается на постоянно низком уровне независимо от внешних концентраций ($K_n < 1$).

Результаты и их обсуждение

В результате выполненных аналитических исследований установлены уровни содержания ТМ и микроэлементов-загрязнителей в анализируемых образцах. В таблице 2 представлены результаты изучения особенностей накопления ТМ в листьях и плодах *Cerasus vulgaris*.

Таблица 2 – Содержание ТМ и микроэлементов в почвенных (п) и растительных (р) образцах *Cerasus vulgaris*

№ образца	Содержание тяжелых металлов и микроэлементов, мг/кг											
	Pb		Cd		Cu		Zn		Mn		Fe	
	п	р*	п	р	п	р	п	р	п	р	п	р
2	5,47	0,107/0,00	0,066	0,149/0,016	1,30	3,19/2,56	7,66	21,24/4,13	78,8	41,61/6,34	686,6	62,67/13,26

4	5,12	0,000 /0,00	0,097	0,000/ 0,000	2,06	1,81/ 0,93	12,0 5	20,45 /3,62	197,9	31,94/ 5,23	694,9	70,08/ 11,50
5	4,76	0,000 /0,00	0,086	0,000/ 0,000	2,23	2,31/ 1,40	16,1 8	33,5/ 6,23	166,4	74,57/ 9,82	851,4	67,10/ 16,55
6	5,25	0,097 /0,00	0,110	0,000/ 0,000	5,27	2,00/ 1,34	46,2 4	22,27 /4,17	135,5	79,22/ 7,04	652,6	73,51/ 13,58
С	5,15	0,051	0,090	0,037	2,71	2,33	20,5 3	24,36	144,7	58,83	721,3 7	68,34
К н	0,009 (<1)		0,127 (<1)		0,86 (=1)		1,19 (>1)		0,40 (<1)		0,094 (<1)	

Примечание: * в числителе приводится содержание ТМ в листьях, в знаменателе в плодах; С высчитывается только для содержания ТМ в листьях.

Cerasus vulgaris Mill – вишня обыкновенная – наиболее широко распространенный культивированный вид гибридного происхождения среди плодовых растений, выращиваемых в юго-западной части Беларуси. На приусадебных участках Каменецкого района нами были отобраны образцы листьев и плодов с деревьев, относящихся к культиварам старой селекции, распространенным в данной местности. На рисунке 1 показана взаимосвязь между содержанием ТМ и микроэлементов-загрязнителей в почвах и аналогичных растительных образцах *Cerasus vulgaris*.

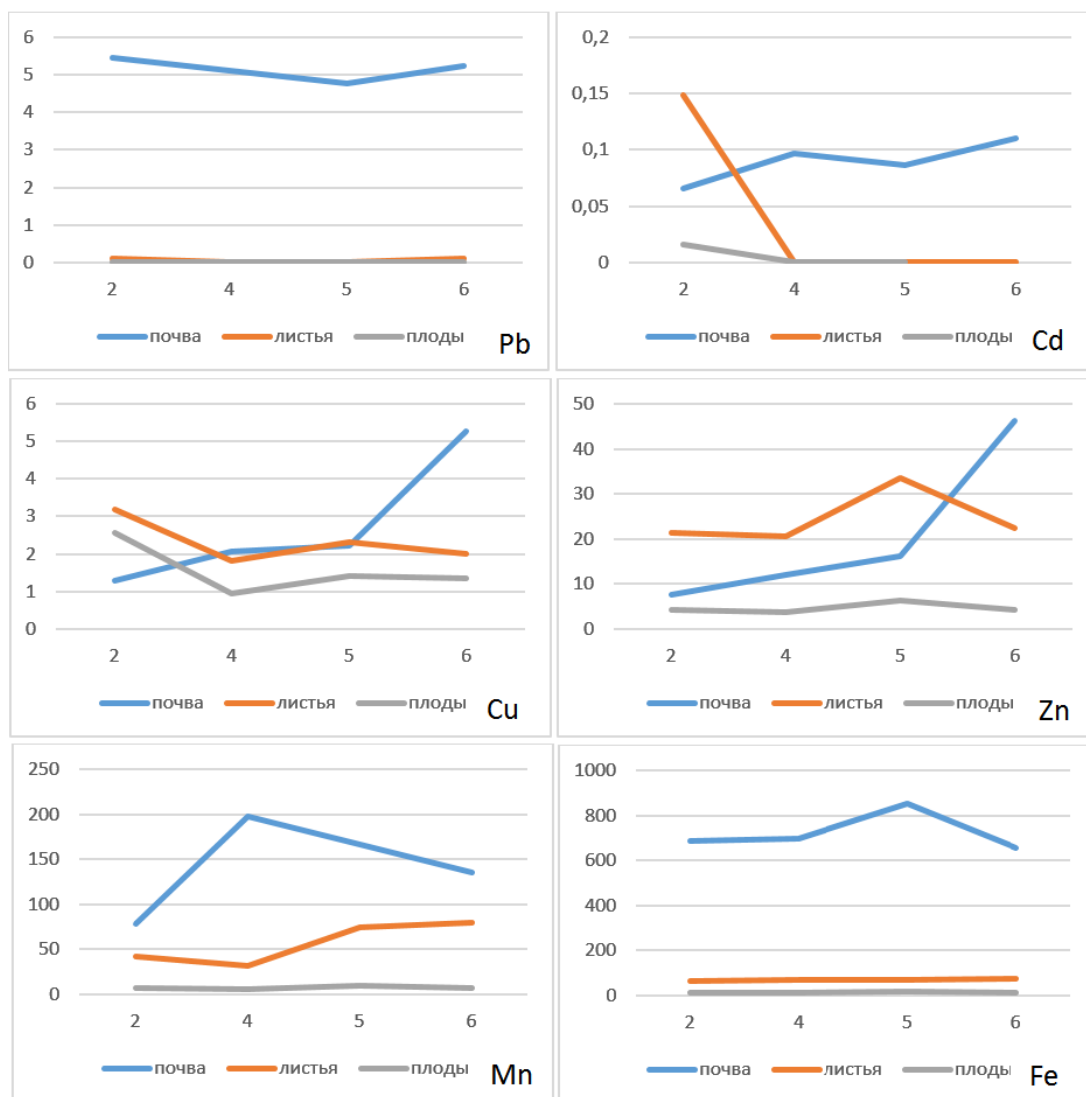


Рисунок 1 – Накопление ТМ (мг/кг) в растительных образцах *Cerasus vulgaris*

Анализ полученных результатов показывает, что в отношении наиболее токсичных ТМ (свинца и кадмия), вне зависимости от уровня их содержания в почве *Cerasus vulgaris* относится к растениям-деконцентраторам ($K_n < 1$) или исключителям. Медь и цинк, как биофильные элементы, накапливаются в значительно больших количествах, что позволяет отнести данные виды к растениям-микроконцентраторам ($K_n = 1-2$) или накопителям (индикаторам в отношении меди). При этом уровни содержания данных ТМ в плодах и листьях изменяются относительно равномерно вне зависимости от содержания элементов в почвах. Накопление марганца и железа происходит в количествах значительно меньших, чем содержание данных микроэлементов в почвах ($K_n < 1$) – следовательно, *Cerasus vulgaris* является растением-деконцентратором. Необходимо также отметить, что в некоторых образцах листьев *Cerasus vulgaris* уровни содержания свинца и кадмия превышают значения ПДК (0,02 мг/кг) [10]. Однако в плодах (непосредственно употребляемых в пищу) данные ТМ находятся на пределе выявления. В целом для всех рассматриваемых образцов свойственное гораздо меньшее содержание ТМ в плодах, чем в листьях: от 2 раз для цинка, до 20 и более раз для железа.

Другим широко культивируемым плодовым растением на приусадебных участках Каменецкого района является *Prunus domestica* L. – слива домашняя – сложный гибридный вид, представленный большим разнообразием сортов. Растительные образцы данного растения нами отбирались с культивара старой (польской) селекции наиболее распространенного на приусадебных участках западной части Беларуси. В таблице 3 представлены результаты аналитических исследований отобранных образцов.

Таблица 3 – Содержание ТМ и микроэлементов в почвенных (п) и растительных (р) образцах *Prunus domestica*

№ образца	Содержание тяжелых металлов и микроэлементов, мг/кг											
	Pb		Cd		Cu		Zn		Mn		Fe	
	п	р*	п	р	п	р	п	р	п	р	п	р
1	1,9 3	0,142 /0,00	0,014	0,000/ 0,000	0,75	2,93/ 1,46	4,39	21,67 /8,73	39,9	129,01 /9,84	1006, 1	70,03/ 10,76
2	5,4 7	0,207 /0,00	0,066	0,000/ 0,000	1,30	5,51/ 2,84	7,66	23,04 /8,61	78,8	63,49/ 8,42	686,6	88,86/ 10,23
3	6,1 3	0,143 /0,00	0,157	0,000/ 0,000	2,28	3,24/ 1,87	11,6 4	18,77 /9,11	93,7	26,65/ 9,87	2357, 6	65,10/ 9,34
4	5,1 2	0,156 /0,00	0,097	0,000/ 0,000	2,06	3,23/ 2,45	12,0 5	21,45 /8,76	197,9	35,67/ 5,67	694,9	72,23/ 13,98
5	4,7 6	0,152 /0,00	0,086	0,000/ 0,000	2,23	4,07/ 1,58	16,1 8	20,02 /7,38	166,4	39,65/ 4,75	851,4	64,98/ 8,17
6	2,5 4	0,132 /0,00	0,022	0,000/ 0,000	0,73	3,21/ 1,64	7,06	16,78 /3,23	56,1	30,27/ 6,77	870,0	79,89/ 6,65
7	5,7 1	0,108 /0,00	0,066	0,000/ 0,000	2,35	2,67/ 1,30	14,8 6	16,62 /5,92	236,4	66,77/ 5,38	1005, 2	80,64/ 8,84
С	4,5 2	0,149	0,007	0,000	1,67	3,55	10,5 5	19,34	124,1	55,93	1067, 4	74,5
K_n	0,03 (<1)		0,000 (<1)		2,13 (>2)		1,83 (>1)		0,45 (<1)		0,007 (<1)	

Примечание: * в числителе приводится содержание ТМ в листьях, в знаменателе в плодах; С высчитывается только для содержания ТМ в листьях

Особенности накопления анализируемых ТМ и микроэлементов в отдельных растительных образцах *Prunus domestica* представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Накопление ТМ (мг/кг) в растительных образцах *Prunus domestica*

Результаты анализов показывают, что коэффициент накопления свинца и кадмия ($K_n < 1$) позволяет отнести *Prunus domestica* к растениям-деконцентратором в отношении этих наиболее токсичных ТМ (1 класс опасности). Однако несмотря на это, уровни содержания свинца в листьях (от 0,108 до 0,207 мг/кг) значительно превышают ПДК (0,02 мг/кг), установленные для лекарственного растительного сырья и фитопродукции (чая на растительной основе) [10]. При этом во всех аналогичных образцах плодов содержание свинца находится на пределе обнаружения. Накопление меди как листьями, так и плодами происходит в количествах, значительно превышающих содержание этого элемента в почвах. Следовательно, *Prunus domestica* в отношении меди является растением макроконцентратором ($K_n > 2$) или накопителем. Цинка (1 класс опасности) в листьях также накапливается несколько больше, чем в почвах ($K_n > 1$). Марганец как в листьях, так и в плодах накапливается в достаточно широких пределах, однако в количествах существенно более низких, чем его содержание в почвах ($K_n > 1$). Содержание железа (не смотря на широкое варьирование уровней его накопления в почвах) достаточно равномерное и составляет от 6,65 до 13,98 мг/кг для плодов. Таким образом *Prunus*

domestica в отношении таких микроэлементов как марганец и железо относится к группе растений деконцентраторов или исключителей.

Еще одним представителем семейства *Rosaceae*, повсеместно культивируемым в садах и на приусадебных участках является *Malus domestica* – яблоня домашняя. Этот сложный культивируемый вид гибридного происхождения представлен множеством сортов и сортогрупп, имеющих различия в экологических предпочтениях и протекании фенологических фаз. В пределах Каменецкого района нами были отобраны образцы плодов и листьев как средне-, так и позднеспелых культиваров. В таблице 4 представлены результаты их аналитических исследований.

Таблица 4. – Содержание ТМ и микроэлементов в почвенных (п) и растительных (р) образцах *Malus domestica*

№ образца	Содержание тяжелых металлов и микроэлементов, мг/кг											
	Pb		Cd		Cu		Zn		Mn		Fe	
	п	р*	п	р	п	р	п	р	п	р	п	р
1	1,93	0,138/ 0,000	0,01 4	0,000/0 ,000	0,7 5	4,50/ 2,09	4,39	9,85/ 1,89	39,9	28,37/ 3,09	1006, 1	62,05/ 7,85
2	5,47	0,265/ 0,000	0,06 6	0,000/0 ,000	1,3 0	6,86/ 2,57	7,66	18,22 /2,0	78,8	79,09/ 3,21	686,6	68,80/ 6,27
2a	5,47	0,231/ 0,000	0,06 6	0,000/0 ,000	1,3 0	5,43/ 1,05	7,66	17,65 /1,04	78,8	34,54/ 2,32	686,6	70,09/ 5,87
3	6,13	0,107/ 0,000	0,15 7	0,000/0 ,000	2,2 8	2,63/ 1,06	11,6 4	10,39 /1,89	93,7	32,41/ 2,45	2357, 6	50,68/ 10,34
4	5,12	0,181/ 0,000	0,09 7	0,000/0 ,000	2,0 6	1,07/ 0,90	12,0 5	9,75/ 1,66	197,9	66,77/ 3,54	694,9	70,31/ 12,14
5	4,76	0,120/ 0,000	0,08 6	0,014/0 ,00	2,2 3	3,95/ 2,02	16,1 8	20,63 /2,07	166,4	41,99/ 3,87	851,4	89,84/ 8,76
6	5,25	0,120/ 0,000	0,11 0	0,000/0 ,00	5,2 7	4,72/ 1,09	46,2 4	13,36 /1,72	135,5	92,05/ 3,76	652,6	73,62/ 6,37
6a	5,25	0,180/ 0,000	0,11 0	0,059/0 ,000	5,2 7	4,69/ 1,57	46,2 4	26,83 /1,34	135,5	76,87/ 3,17	652,6	100,93 /10,40
7	5,71	0,141/ 0,000	0,06 6	0,000/0 ,000	2,3 5	3,79/ 1,58	14,8 6	10,36 /1,08	236,4	44,18/ 2,20	1005, 2	52,92/ 10,05
C	5,01	0,149	0,08 6	0,008	2,5 3	4,18	18,5 5	15,22	129,2	55,14	958,8	71,03
K _n	0,029 (<1)		0,009 (<1)		1,65 (>1)		0,82 (<1)		0,43 (<1)		0,074 (<1)	

Примечание: * в числителе приводится содержание ТМ в листьях, в знаменателе в плодах; С высчитывается только для содержания ТМ в листьях

Установлено, что в листьях каждого проанализированного образца значения содержания свинца (от 0,107 до 0,265 мг/кг) превышают уровень ПДК. В плодах *Malus domestica* свинец, как и кадмий, находятся на пределе обнаружения. В целом коэффициент накопления данных ТМ ($K_n < 1$) показывает, что этот вид относится к растениям деконцентраторам. Медь в листьях и плодах накапливается в широком диапазоне (рисунок 3), при этом ее количество в листьях превышает содержание в почвах более чем в 1,5 раза ($K_n > 1$). Тем самым в отношении данного ТМ *Malus domestica* относится к растениям-микрoконцентраторам. Коэффициент накопления цинка близок к 1 (0,82), что позволяет отнести данное плодoвое растение к группе индикаторов.

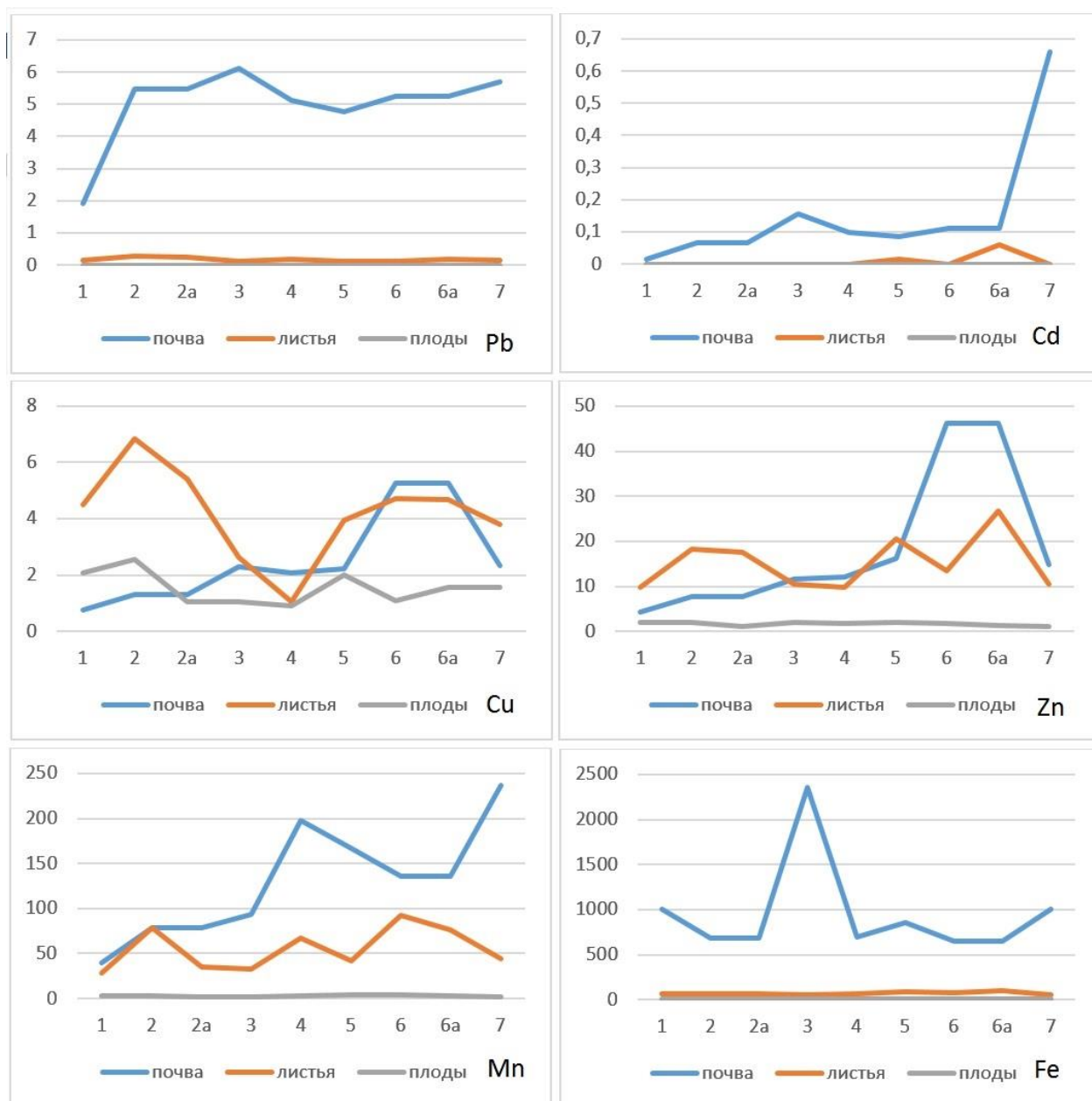


Рисунок 3 – Накопление ТМ (мг/кг) в растительных образцах *Malus domestica*

В достаточно широких пределах (от 28,37 до 92,05 мг/кг) накапливается в листьях *Malus domestica* марганец. В плодах данного микроэлемента накапливается до 30 раз меньше чем в листьях, при этом уровни его содержания колеблются не более чем в 1,5 раза. Железо (как в плодах, так и в листьях) также накапливается в количествах существенно более низких, чем содержание данного элемента в почвах. Следовательно, в отношении марганца и железа *Malus domestica* относится к группе растений-деконцентраторов – с $K_n < 1$.

Установив уровни содержания данных ТМ и микроэлементов в листьях и плодах *Prunus domestica*, *Malus domestica* и *Cerasus vulgaris*, а также выявив некоторые особенности в их накоплении (с учетом отбора образцов в местах с благополучной агроэкологической обстановкой [6]) можно сделать попытку привести фоновые значения по их содержанию для юго-западной части Беларуси (таблица 5).

Таблица 5 – Фоновые уровни* содержания биофильных ТМ и микроэлементов (мг/кг) в листьях и плодах некоторых представителей семейства *Rosaceae*.

ТМ и микроэлементы	<i>Cerasus vulgaris</i>		<i>Malus domestica</i>		<i>Prunus domestica</i>	
	листья	плоды	листья	плоды	листья	плоды

Медь	2–3	1–1,5	3–5	1,5–2	2–4	1,5–2
Цинк	20–30	4–5	13–17	1,5–2	18–20	5–7
Марганец	30–60	6–8	40–60	2,5–3	40–60	5–7
Железо	60–70	3–6	60–70	8–10	60–80	8–11

Примечание: * для растений, выращенных на дерново-подзолистых почвах юго-западной части Беларуси

Приведенные значения можно считать фоновыми, поскольку они существенно более низкие, чем установленные уровни содержания ТМ в плодах рода *Malus sp.*, собранных с деревьев на улицах г. Оренбурга (Южный Урал) [11]. В них содержание меди составляет от 9,75 до 51,46 мг/кг, цинка – от 3,82 до 17,73 мг/кг, марганца – от 2,21 до 7,54 мг/кг, железа – от 20,8 до 41,3 мг/кг. Уровни содержания свинца и кадмия (не обнаруженного в плодах *Malus domestica*, собранных на территории Каменецкого района) в плодах с улиц г. Оренбурга достигают 1,63 и 0,071 мг/кг соответственно. Даже в плодах *Malus domestica* из села Хмелевка Гайского района, значительно удаленного от крупных промышленных предприятий Оренбургской области (т.е. из условно «фонового» района) уровни содержания большинства элементов более высокие (кадмия – до 0,009 мг/кг, меди – 4,87 мг/кг, цинка – 11,9 мг/кг, марганца – 5,2 мг/кг, железа – 10,64 мг/кг), чем установленные нами для юго-западной части Беларуси.

Следовательно, значения, полученные приусадебных участков Каменецкого района, могут быть использованы для оценки относительного качества получаемой плодовой продукции, а с учетом более детальных исследований в будущем могут быть применены при нормировании значений ПДК.

Выводы

Анализ полученных результатов позволяет выявить некоторые особенности в накоплении приоритетных элементов-загрязнителей для таких хозяйственно важных плодовых растений как *Prunus domestica*, *Malus domestica* и *Cerasus vulgaris*. Установлено, что в отношении свинца и кадмия данные виды являются растениями-исключителями или деконцентраторами. Медь и цинк перечисленные представители семейства *Rosaceae* накапливают в количествах, соответствующих уровням содержания данных элементов в почве, либо значительно превышающих их и, тем самым, относятся к растениям индикаторам или накопителям (микро- и макроконцентраторам). В отношении марганца и железа рассматриваемые плодовые растения относятся к группе исключителей или деконцентраторов. Используя выявленные закономерности, а также закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова [12], можно предположить, что и другие представители плодовых растений семейства *Rosaceae* будут иметь сходный микроэлементный состав и соответствующую способность накапливать ТМ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Алексеев, Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 142 с.
- 2 Титов, А. Ф. Тяжелые металлы и растения / А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, В. В. Таланова. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2014. – 194 с.
- 3 Большаков, В. А. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами / В. А. Большаков, Н. Я. Гальпер, Г. А. Клименко и др. – Москва : ВНИИИиГЭИсельхоз, 1978. – 54 с.
- 4 Тиво, П. В. Тяжелые металлы и экология / П. В. Тиво, И. Г. Бытько. – Минск : Юнипол, 1996. – 191 с.
- 5 Мыслыва, Т. Н. Тяжелые металлы в агро- и урболандшафтах Житомирского Полесья: автореф. дис. ... д-ра с-х наук : 03.02.08 / Т. Н. Мыслыва ; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2015. – 40 с.
- 6 Комплексная оценка агроэкологического состояния территорий 7 агроэкоусадб Каменецкого района Брестской области и производимой ими фитопродукции в рамках реализации проектной инициативы «Органическое производство и продвижение экопродукта «Водар Белавежжа» посредством использования потенциала субъектов агроэкотуризма и актива местного сообщества : отчет о НИР (заключ.) / Полесский аграрно-экологический ин-т. НАН Беларуси ; рук. А. Н. Мяслик. – Брест, 2016. – 133 с. – № ГР 20163453.

7 Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства / А. В. Кузнецов. – М. : ЦИНАО, 1992. – 53 с.

8 Ялынская Н. С. Накопление микроэлементов и тяжелых металлов в растениях рыбоводных прудов / Н. Н. Ялынская, А. Г. Лопотун // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, №5. – С. 40–46.

9 Antosiewicz, D. M. Adaptation of plants to an environment polluted with heavy metals / D. M. Antosiewicz // Acta Soc. Bot. Pol. – 1992. – V. 61. – P. 281–299.

10 Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве : Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004. – Минск, 2004. – 26 с.

11 Содержание тяжелых металлов в плодах яблони в городских условиях / А. М. Русанов [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 1 (120). – С. 148–151.

12 Медников Б. М. Закон гомологической изменчивости (К 60-летию со дня открытия Н. И. Вавиловым закона) / Б. М. Медников. – М. : Знание, 1980. – 64 с.

MICROELEMENT COMPOSITION OF SOME REPRESENTATIVES OF THE CULTIVATED PLANTS OF THE FAMILY *ROSACEAE* JUSS.

Mialik A.M., Dashkevich M.M., Galuc O.A.

The article presents data on trace element composition of the most common cultivated fruit plants of the family *Rosaceae* Juss.: *Prunus domestica* L., *Malus domestica* Borkh. and *Cerasus vulgaris* Mill. The peculiarities of accumulation of priority heavy metals (lead, cadmium, zinc, copper) and trace elements-pollutants (iron and manganese) in leaves and fruit grown in backyards of the Kamianiec district, Brest region.

ИКСОДОВЫЕ КЛЕЩИ В ПОЛЕССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ И ИХ ЗАРАЖЕННОСТЬ ВИРУСОМ КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА

Л.С. Цвирко*, Т.И. Самойлова**, Ю.Б. Колтунова**, Т.А. Сеньковец*

*Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь, *Ts. L. S@tut.by*

**Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии», г. Минск, Беларусь, *tsamoilova@tut.by*

При рекогносцировочных обследованиях природных биотопов Полесского государственного радиационно-экологического заповедника в эпидсезон 2016 г. средняя численность клещей составила от 0,5 до 43,1 экз. на фл.км. Сезон активности иксодовых клещей продолжался с марта по октябрь, отмечены единичные случаи регистрации клещей в феврале и ноябре. Из обследованных биотопов наибольшая численность клещей (59,6%) зарегистрирована на территории бывших населенных пунктов и (11,9%) на осушенных землях заповедника. В иксодовых клещах зоны аварии на ЧАЭС обнаружен антиген вируса клещевого энцефалита (КЭ).

Введение

Изучение влияния радиоактивного загрязнения на биоразнообразие и численность паразитических организмов до настоящего времени остается одной из актуальных проблем современной науки [1]. Одним из следствий радиационного загрязнения является повышение зараженности животных паразитами из-за ослабления их иммунной системы, что создает благоприятные условия для оживления циркуляции возбудителей опасных заболеваний в существующих природных очагах. Воздействие ионизирующей радиации в совокупности с другими факторами окружающей среды приводит к созданию в зоне эвакуации условий, приводящих к исчезновению ранее существовавших природных очагов различных заболеваний человека и животных, перемещению их в пространстве или возникновению и расширению новых очагов [2, 3, 4]. Кроме того, в силу биотических факторов происходит миграция животных, в том числе на прилегающие к заповеднику территории. Это может изменять паразитическую ситуацию в местах их нового пребывания, прямого и опосредованного контакта диких хищных животных с домашними, вовлекая новые территории в циркуляцию возбудителей. В связи с этим изучение паразитической ситуации является важным вопросом и занимает одно из приоритетных мест в научных исследованиях на территории зоны эвакуации ЧАЭС.

Зоолого-паразитологическими и вирусологическими исследованиями, проведенными в БелНИИЭМ Т. И. Самойловой и сотрудниками, начиная с 1986 года на территории Полесского радиационно-экологического заповедника была выявлена циркуляция вируса клещевого энцефалита [5]. В качестве переносчиков возбудителя инфекции установлены клещи *Dermacentor reticulatus*, резервуарами – мышевидные грызуны, в первую очередь рыжая полевка и полевка-экономка. Учитывая тот факт, что инфицированные животные встречались в большинстве обследованных биоценозов, было сделано предположение о циркуляции вируса КЭ на всей территории заповедника.

После образования в 1988 г. Полесского государственного радиационно-экологического заповедника на его территории начались мониторинговые исследования паразитологической ситуации, которые проводились сотрудниками Института зоологии НАНБ под руководством А.Г. Лабецкой. Зоолого-паразитологическими исследованиями, проведенными на территории заповедника установлено значительное возрастание там численности иксодовых клещей [6, 7].

В последние годы проблема клещевых инфекций приобретает особую остроту и актуальность. Наблюдается расширение ареала иксодовых клещей и активизация очагов инфекций с клещевой трансмиссией [8]. По данным [9] в 2015 г. численность клещей в

природных биотопах возросла на 27,0% по сравнению с 2014 годом и была максимальной за последние 5 лет. Заболеваемость Лайм-боррелиозом с 1995 по 2015 годы возросла более чем в 10 раз, практически на 80% территории Беларуси установлена циркуляция возбудителя болезни Лайма. Применение современных методов исследования в Республике Беларусь в последние годы позволило выявить носительство нуклеиновых кислот (РНК и ДНК) у клещей *I. ricinus* к 8 видам патогенов, у *D. reticulatus* – к 3 видам, относящимся к разным систематическим группам [10].

В Белорусском Полесье, как и в целом по республике, в последние годы отмечается неуклонный рост численности иксодовых клещей в природных биотопах, повышение уровня их естественной зараженности возбудителями различной природы, расширение ареалов распространения инфицированных переносчиков [11].

Целью настоящего исследования было оценить видовое разнообразие, численность и степень зараженности имаго иксодовых клещей вирусом клещевого энцефалита в зоне радиационного загрязнения Чернобыльской АЭС.

Методика и объекты исследования

Изучение видового состава и численности иксодовых клещей проводили методом их сбора с растительности на флаг, т.е. на отрез (1 м длины, 60 см ширины) однотонной светлой ворсистой фланелевой ткани [12]. Клещей с флага снимали мягким пинцетом и помещали в пробирку. Обилие клещей выражали числом особей, собранных с флага и одежды учетчика на 1 км маршрута. Обычно при каждом маршруте проходили не менее 1000 м за 2 ч времени. Протяженность маршрута фиксировалась GPS навигатором. Всего пройдено более 50 флаго-км. Собрано 1215 иксодовых клещей разных стадий развития (имаго, нимфы). С диких животных иксодовые клещи собраны только с енотовидных собак. Всего осмотрено 12 животных, собрано 408 имаго членистоногих (27 самок *I. ricinus*, 281 самка и 90 самцов *D. reticulatus*). Собранных клещей хранили в гигрокамерах – специально смонтированных пробирках, в которых для членистоногих была обеспечена оптимальная влажность. Видовая идентификация иксодовых клещей выполнена прижизненно под бинокулярным микроскопом МБС-10.

Материалом для исследования являлись иксодовые клещи, представленные в наших сборах двумя видами – *Dermacentor reticulatus* и *Ixodes ricinus*, собранные в марте-июне 2016 г. Исследованию на зараженность возбудителем клещевого энцефалита методом ИФА подверглись 420 клещей, собранных с растительности и 64 клеща, собранных с диких животных. Для постановки ИФА полевой материал – иксодовых клещей, подвергали первичной обработке. Клещей распределяли по биопробам в зависимости от их вида и пола. В одну биопробу брали 8-25 экземпляров голодных самок и от 6 до 18 голодных самцов. Далее членистоногих тщательно отмывали фосфатным буферным раствором (рН 7,0), растирали в фарфоровой ступке и готовили суспензии. Приготовленные суспензии исследовали методом ИФА на выявление в них антигена вируса КЭ [13].

Результаты и их обсуждение

В 2016 г. в заповеднике учеты численности кровососущих членистоногих (иксодовые клещи) с растительности проводились ежемесячно с марта по октябрь на территории Хойникского и Наровлянского участков. Обследованы пойменные луга, дубравы, ольсы, осушенные торфяники, залежи сельскохозяйственных земель и территории бывших населенных пунктов (б.н.п.) Воротец, Бабчин Хойникского участка, Тихин, Рожава и Довляды Наровлянского участка. Всего собрано 1215 экз. иксодовых клещей. На изучаемой территории обнаружено 2 вида иксодовых клещей: *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*. Абсолютно доминирующим является *D. reticulatus*, на его долю в заповеднике приходится 92,4%. Сборы на территории Хойникского участка составили 1017 клещей, из них *I. ricinus* – 77 клещей (47 самок, 30 самцов), *D. reticulatus* 940 клещей

(561 самка, 364 самцов, 15 нимф). На территории Наровлянского участка собрано 198 клещей: *I. ricinus* – 15 особей (6 самцов, 9 самок), *D. reticulatus* – 183 клеща (103 самки, 72 самца, 8 нимф).

Наибольшая численность клещей зарегистрирована в апреле, наименьшая – в июле. Для клещей *D. reticulatus* зарегистрированы два пика численности: более высокий весенний и более низкий осенний, что связано с особенностями биологии этого вида клещей. В период весеннего подъема численности членистоногих (апрель-май) среднее количество экземпляров *D. reticulatus* в сборах составило 60,4 экз./учет при максимуме 143,0 экз./учет. Средние показатели численности иксодовых клещей при рекогносцировочных обследованиях изучаемых биотопов заповедника составили от 0,5 экз. на фл.км (II декада июня 2016 г.) до 43,1 экз. на фл.км (II декада мая 2016 г.) Самые высокие показатели численности отмечались в б.н.п. Воротец во II декаде апреля 2016 г. (74, 8 экз. на фл.км).

Осенний подъем численности *D. reticulatus* отмечался в сентябре-октябре. Среднее количество членистоногих в сборах составило 17,0 экз./учет при максимуме 39,0 экз./учет.

Клещи *I. ricinus* впервые были обнаружены в сборах 19.04 2016 г. Максимальное их количество 28,0 экз. на фл.км зарегистрировано в III декаде мая в дубраве (ур. Майдан). В осенних сборах (сентябрь-октябрь) клещи *I. ricinus* не обнаруживались.

Что касается значимости различных биотопов в поддержании численности имаго иксодовых клещей, то здесь основную роль играют территории бывших населенных пунктов и осушенных торфяников, которые характеризуются самыми высокими максимальными показателями относительной численности иксодид. Из обследованных биотопов наибольшая численность клещей (59,6%) зарегистрирована на территории б.н.п. Воротец и Бабчин Хойникского участка, Довляды, Рожава и Тихин Наровлянского участка и (11,9%) на осушенных землях заповедника (ур. Майдан) (рисунок). В обследованных лесных биоценозах наибольшая численность иксодид зарегистрирована в дубравах, несколько меньшая – в ольшаниках. В открытых биоценозах в большей массе клещи отлавливались на залежах сельскохозяйственных земель, наименьшая их численность выявлена на пойменных лугах.



Рисунок – Численность иксодовых клещей в природных биотопах Полесского радиационно-экологического заповедника (сборы 2016 г.)

Методом иммуноферментного анализа проведено исследование иксодовых клещей, собранных в природных биотопах заповедника, на содержание возбудителя клещевого

энцефалита. Для проведения исследований в ИФА взято 420 экз. (37 биопроб) иксодовых клещей, из них 386 экз. (33 биопробы) *D. reticulatus* и 34 экз. (4 биопробы) *I. ricinus*.

Исследование переносчиков методом ИФА позволило обнаружить антиген вируса КЭ в клещах *D. reticulatus* в 63,6%, а в *I. ricinus* – в 25,0% от числа исследованных в целом по заповеднику (таблица).

Таблица – Характеристика зараженности иксодовых клещей антигеном вируса клещевого энцефалита в Полесском радиационно-экологическом заповеднике по ИФА

Биотопы	Иксодовые клещи по видам					
	<i>D. reticulatus</i>			<i>I. ricinus</i>		
	биопроб/ экз.	количество положи- тельных	% положи- тельных	биопроб/ экз.	количество положи- тельных	% положи- тельных
Территории бывших населенных пунктов	13/131	11	84,6	2/18	1	50,0
Осушенные болота	8/105	6	75,0	0/0	0	0
Пойменный луг	3/52	1	33,3	0/0	0	0
Дубрава	4/40	1	25,0	2/16	0	0
Ольсы	5/58	2	40,0	0/0	0	0
Всего по заповеднику	33/386	21	63,6	4/34	1	25,0

Как видно из таблицы, наиболее высокие показатели выявления антигена вируса КЭ в клещах *D. reticulatus* были обнаружены на территории бывших населенных пунктов (84,6%) и на осушенных торфяниках (75,0%), где зарегистрирована самая высокая численность членистоногих в сборах 2016 г.

Что касается клещей *I. ricinus*, то зараженность вирусом КЭ обнаружена у клещей, собранных в б.н.п. Бабчин и составила 50,0%. У клещей, собранных в дубравах в районе зубропитомника, антиген вируса КЭ не обнаружен.

Исследование методом ИФА на зараженность возбудителем клещевого энцефалита 64 самок клеща *D. reticulatus*, собранных с енотовидных собак на территории заповедника положительных результатов не дало.

Выводы

Возбудитель клещевого энцефалита продолжает широко циркулировать на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, о чем свидетельствует выявление антигена вируса КЭ в клещах, собранных в природных биотопах заповедника. Исследование переносчиков методом ИФА позволило обнаружить антиген вируса КЭ в 59,5% всех исследованных членистоногих. В клещах *D. reticulatus* антиген вируса КЭ обнаружен в 63,6% исследованных клещей, в клещах *I. ricinus* – в 25,0%. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего проведения в зоне аварии на ЧАЭС мониторинга численности и зараженности иксодовых клещей возбудителями природноочаговых инфекций, и, в первую очередь, клещевого энцефалита.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бычкова, Е. И. Иксодовые клещи (Ixodidae) в условиях Беларуси / Е. И. Бычкова, И. А. Федорова, М. М. Якович; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по биоресурсам. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 191 с.
- 2 Чикилевская, И. В. Оценка паразитологической ситуации в зоне аварии ЧАЭС / И. В. Чикилевская, А. Г. Лабецкая // Тез. докл. VII зоологической конф. – Минск, 1994. – С 231–232.

3 Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС / под ред. Л. М. Сущени, М. М. Пикулика, А. Е. Пленина. – Мн. : Навука і тэхніка, 1995. – С. 233–240.

4 Мишаева, Н. П. Особенности существования паразитарной системы "клещ-возбудитель" на радиоактивно загрязненной территории / Н. П. Мишаева, В. А. Горбунов, С. В. Кучмель // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике. Мат. Межд. науч.-практ. конф. 31 янв. 2013 г., г. Гомель, ГУ “Республиканский науч.-практ. центр радиационной медицины и экологии человека” / Под общ. ред. докт. мед. наук, доц. А. В.Рожко. – Гомель : ГУ “РНПЦ РМ и ЭЧ”, 2013. – С. 102–103.

5 Изучение распространения вирусов клещевого энцефалита и ГЛПС в зоне аварии Чернобыльской атомной станции / Т. И. Самойлова [и др.] // Зооантропонозные болезни, меры профилактики и борьбы (Гродно, 23-24 октября 1997 г.). – Минск, 1997. – С. 52–53.

6 Лабецкая, А. Г. Численность иксодовых клещей в Полесском радиационно-экологическом заповеднике / А. Г. Лабецкая, К. М. Киреенко // Тез. докл. радиобиол. съезда. – Пушино, 1993. – Ч. 2. – С. 569–570.

7 Лабецкая, А. Г. Численность основных переносчиков антроповирусных заболеваний – клещей *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus* в Беларуси / А. Г. Лабецкая, К. М. Киреенко, И. В. Байдакова // Зооантропонозные болезни, меры профилактики и борьбы (Гродно, 23-24 октября 1997 г.). – Минск, 1997. – С. 162–163.

8 Мишаева, Н. П. Эпидемическая ситуация по клещевым нейроинфекциям в Республике Беларусь в условиях глобального потепления климата: Национальные приоритеты России / Н. П. Мишаева [и др.] // Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Спецвыпуск: “Актуальные проблемы природной очаговости болезней” – Омск, 2009. – № 2. – С. 53–54.

9 Энтомологический надзор за акаро-энтомофауной, имеющей медицинское значение в Республике Беларусь: информационно-аналитический бюллетень // ГУ “Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья”. – Минск, 2012–2016 гг. **страницы?????**

10 Самойлова, Т. И. Клещи (acarina:ixodidae) – носители и переносчики возбудителей в Белорусском Полесье / Т. И. Самойлова, Л. С Цвирко, Т. А. Сеньковец // Современные проблемы патогенеза, клиники, диагностики, лечения и профилактики паразитарных заболеваний: материалы X Республиканской науч.-практ. конф. с междунар. участием, Витебск, 28 октября 2016. – Витебск, 2016. – С. 189–194.

11 Бычкова, Е. И. Экологические аспекты природной очаговости иксодовых клещевых боррелиозов в условиях Беларуси /Е. И. Бычкова, М. М. Якович // Современные проблемы патогенеза, клиники, диагностики, лечения и профилактики паразитарных заболеваний: материалы X Республиканской науч.-практ. конф. с междунар. участием, Витебск, 28 октября 2016. – Витебск, 2016. – С. 34–37.

12 Инструкция 3.6.11-17-15-2003. “Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих – переносчиков возбудителей природноочаговых инфекций” /Коломиец М. Д., Мышко М. А., Яшкова С. Е., Цвирко Л. С. Утверждены Постановлением № 85 Главного государственного санитарного врача РБ 11.08.2003 г. // Профилактика и борьба с заразными болезнями, общими для человека и животных. Сборник санитарных и ветеринарных правил. – Минск, 2004. – С. 273–300.

13 Методические рекомендации по выявлению циркуляции арбовирусов // Итоги науки и техники. Сер. вирусол. – М. : ВИНТИ, 1991. – Т. 25. – 111 с.

IXODES TICKS IN POLESYE STATE RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE AND THEIR INFESTED WITH TICK-BORNE ENCEPHALITIS VIRUS

Tsvirko L.S., Samoiloва T.i., Kaltunova Y.B., Sencovets T.A.

In the paper the results of study of ixodes ticks on tick-borne encephalitis virus infestation using ELISA technique in Polesye state radiation-ecological reserve for the period 2016 are presented. In Polesye state radiation-ecological reserve of ixodes ticks on tick-borne encephalitis virus infestation amounting 63,6% to *Dermacentor reticulatus*, and 25,0% to *Ixodes ricinus*.

ВОЗБУДИТЕЛИ ГЕЛЬМИНТОЗООНОЗОВ У ДИКИХ ХИЩНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ СЕМЕЙСТВА CANIDAE В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ

В.В. Шималов

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь,
shimalov@brsu.brest.by

Представлены результаты многолетнего исследования (1980–2016 гг.) на зараженность возбудителями гельминтозоонозов 57 волков, 108 лисиц и 79 енотовидных собак в Белорусском Полесье. У них обнаружено 25 видов гельминтов – возбудителей гельминтозоонозов (у волков 18 видов, у лисиц 24 вида, у енотовидных собак 17 видов). Зараженность волков составила 75,4 %, лисиц – 85,2 %, енотовидных собак – 79,8 %. Всего у диких хищных млекопитающих семейства Canidae в Белорусском Полесье найдено 28 видов гельминтов, являющихся возбудителями гельминтозоонозов. Обсуждено участие этих животных в распространении инвазии и риск заражения людей.

Введение

На территории Беларуси обитает 3 вида диких хищных млекопитающих, относящихся к семейству Canidae: волк (*Canis lupus* Linnaeus, 1758), лисица (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) и енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834) [1]. Первые два вида являются аборигенными, а третий вид – интродуцент, успешно акклиматизировался в различных биоценозах. Все они – обычные для фауны Беларуси животные. Плотность населения волка выше в северной части, лисицы и енотовидной собаки – в северной и западной частях.

В Беларуси у диких хищных млекопитающих семейства Canidae обнаружено более 30 видов гельминтов [2–7], большинство которых является возбудителями гельминтозоонозов и известно в мире в качестве паразитов человека [8].

Научный и практический интерес представляет современная оценка участия диких хищных млекопитающих семейства Canidae в распространении возбудителей гельминтозоонозов и риск заражения ими людей в различных регионах Беларуси, включая Полесье.

Методика и объекты исследования

Гельминтологические работы проводились в период 1980–2016 гг. на территории Белорусского Полесья (Брестский, Жабинковский, Каменецкий, Кобринский, Пружанский, Малоритский, Ивановский, Пинский, Лунинецкий и Столинский районы Брестской области; Гомельский и Речицкий районы Гомельской области). Добыто 57 волков, 108 лисиц и 79 енотовидных собак. Животные были отстреляны охотниками Белорусского общества охотников и рыболовов. Единичные экземпляры лисиц были смертельно травмированы наземным транспортом в Брестском районе.

Хищных млекопитающих исследовали методом полных гельминтологических вскрытий, компрессирования тканей и органов. Трихинеллоскопию проводили компрессорным методом, беря диафрагму и мускулатуру конечностей. Подсчет личинок осуществляли в срезах в одном компрессории.

Идентификации гельминтов способствовали определители [9–13] и монография [14].

При статистической обработке материала применяли общепринятые в паразитологии показатели: экстенсивность инвазии – ЭИ (% зараженных животных), интенсивность инвазии – ИИ (количество экземпляров паразитов в одном зараженном животном), индекс обилия – ИО (среднее количество экземпляров паразитов в обследованных животных).

Результаты и их обсуждение

У хищных млекопитающих семейства Canidae нами обнаружено 25 видов гельминтов, известных в мире в качестве паразитов человека и являющихся

возбудителями гельминтозоонозов (таблица 1). У волков найдено 18 видов, у лисиц – 24, у енотовидных собак – 17. Общими для этих животных оказались 16 видов гельминтов. Зараженность волков составила 75,4 %, лисиц – 85,2 %, енотовидных собак – 79,8 %.

Таблица 1 – Зараженность диких хищных млекопитающих семейства Canidae возбудителями гельминтозоонозов в Белорусском Полесье

Вид гельминта	Волк			Лисица			Енотовидная собака		
	ЭИ	ИИ	ИО	ЭИ	ИИ	ИО	ЭИ	ИИ	ИО
Трематоды									
<i>Echinochasmus perfoliatus</i> (Ratz, 1908)***	–	–	–	0,9	2	0,02	–	–	–
<i>Isthmiophora melis</i> (Schrank, 1788)***	5,3	1-2	0,07	14,8	2-300	7,41	25,3	2-72	1,87
<i>Apophallus donicus</i> (Skrjabin et Lindtrop, 1919)***	–	–	–	0,9	3	0,03	–	–	–
<i>Metorchis bilis</i> (Braun, 1790)***	–	–	–	2,8	1-5	0,08	2,5	1-4	0,06
<i>Opisthorchis felineus</i> (Rivolta, 1884)***	1,8	7	0,12	2,8	1-3	0,06	5,1	1-6	0,19
<i>Pseudamphistomum truncatum</i> (Rudolphi, 1819)***	1,8	3	0,05	1,9	2-6	0,07	1,3	4	0,05
<i>Dicrocoelium dendriticum</i> (Rudolphi, 1819)	–	–	–	3,7	1-4	0,07	–	–	–
<i>Alaria alata</i> (Goeze, 1782)	17,5	2-750	29,0	46,3	2-680	39,3	46,8	4-800	17,3
Цестоды									
<i>Dipylidium caninum</i> (Linnaeus, 1758)	14,0	1-7	0,84	3,7	1-5	0,15	3,8	1-3	0,08
<i>Mesocostoides lineatus</i> (Goeze, 1782)	7,0	1-5	0,14	16,7	1-1400	30,4	2,5	1-3	0,05
<i>Echinococcus granulosus</i> (Batsch, 1786)*	10,5	1-3	0,32	–	–	–	–	–	–
<i>E.multilocularis</i> Leuckart, 1863*	–	–	–	10,2	1-5000	107	–	–	–
<i>Taenia crassiceps</i> (Zeder, 1800)*	3,5	1-12	0,23	25,9	2-140	3,83	5,1	1-15	0,35
<i>T.hydatigena</i> Pallas, 1766*	24,6	1-30	2,46	4,6	1-32	0,41	3,8	1-3	0,09
<i>T.taeniaeformis</i> (Batsch, 1786)*	–	–	–	2,8	2-11	0,19	–	–	–
<i>Spirometra erinacei europaei</i> (Rudolphi, 1819)	14,0	2-10	1,12	2,8	1-6	0,11	2,5	1-7	0,10
<i>S.erinacei europaei</i> , larvae	–	–	–	–	–	–	1,3	3	0,04
Нематоды									
<i>Eucoleus aerophilus</i> (Creplin, 1839)	12,3	1-7	0,39	15,7	1-8	0,50	8,9	1-6	0,18
<i>Trichinella spiralis</i> (Owen, 1835), larvae	19,3	2-50	2,19	20,4	1-30	1,73	10,1	1-10	0,63
<i>Trichuris vulpis</i> (Froelich, 1789)*	1,8	2	0,04	4,6	1-4	0,09	1,3	2	0,03
<i>Toxascaris leonina</i> (Linstow, 1902)*	12,3	2-8	0,74	18,5	1-38	1,05	10,1	2-5	0,30
<i>Toxocara canis</i> (Werner, 1782)*	19,3	2-12	1,74	29,6	1-72	3,96	20,3	1-10	1,01

<i>T.cati</i> (Schrank, 1788)*	–	–	–	2,8	2-7	0,11	–	–	–
<i>Spirocerca lupi</i> (Rudolphi, 1809)	7,0	1-6	0,21	1,9	2-9	0,10	–	–	–
<i>Ancylostoma caninum</i> (Ercolani, 1859)**	12,3	1-5	0,61	2,8	1-3	0,06	1,3	3	0,04
<i>Uncinaria stenocephala</i> (Railliet, 1884)**	14,0	2-60	1,40	39,8	1-50	3,65	51,9	1-40	2,08

Из перечисленных гельминтов 9 видами человек может заразиться, проглотив яйца паразитов (в таблице 1 они обозначены символом *). Заражение другими видами может произойти инвазионными личинками при их активном проникновении в/через кожные покровы (в таблице 1 они обозначены символом **), от промежуточных и резервуарных хозяев (остальные виды). От рыб человек может заразиться 6 видами, обозначенными в таблице 1 символом ***.

Высокие показатели ЭИ имеют трематода *Alaria alata* (Goeze, 1782) (17,5–46,8), нематоды *Uncinaria stenocephala* (Railliet, 1884) (14,0–51,9) и *Toxocara canis* (Werner, 1782) (19,3–29,6). Первый вид выделяется еще высокой численностью (ИИ до 800 экземпляров у енотовидных собак; ИО от 17,3 у енотовидных собак до 39,3 у лисиц). Для здравоохранения Беларуси имеет значение третий вид, о чем будет сказано ниже, а вот первые два вида могут быть потенциальными возбудителями мезоцеркарного аляриоза (первый вид; заражение возможно от лягушек и кабанов) и кожной формы мигрирующей личинки (второй вид; проникновение личинок возможно в/через кожные покровы, например, при ходьбе босиком).

Кроме этих видов гельминтов, волки интенсивно заражены цестодой *Taenia hydatigena* Pallas, 1766 и личинками нематоды *Trichinella spiralis* (Owen, 1835), лисицы – цестодой *Taenia crassiceps* (Zeder, 1800) и личинками нематоды *T. spiralis*, а енотовидные собаки – трематодой *Isthmiophora melis* (Schrank, 1788). О значении для здравоохранения Беларуси первых трех видов гельминтов будет сказано ниже, а вот заражение четвертым видом маловероятно (пресноводные моллюски и лягушки в рацион питания белорусов не входят), хотя допустимо от рыб (требует изучения).

Самой высокой по численности гельминтов (показатели ИИ, ИО) оказалась цестода *Echinococcus multilocularis* Leuckart, 1863. Ее хозяином установлена лисица, у которой ИИ доходила до 5000 экземпляров, а ИО составил 107 при ЭИ 10,2. Эта цестода, а также цестода *Echinococcus granulosus* (Batsch, 1786) являются возбудителями эхинококкоза человека (первая – многокамерного или альвеолярного, вторая – однокамерного или гидатидозного) – гельминтозооноза повышенной опасности для человека. Личиночная стадия этих цестод может локализоваться в различных паренхиматозных органах человека, поражая преимущественно печень. Заболевание представляет актуальную проблему для здравоохранения Беларуси. Так, только на территории Брестской области, почти полностью входящей в состав Белорусского Полесья, в период с 1995 по 2014 гг. выявлено 3 случая многокамерного (альвеолярного) эхинококкоза и 49 случаев однокамерного эхинококкоза местного инвазирования [15, с. 122]. Из диких хищных млекопитающих основными источниками инвазии в Белорусском Полесье являются лисица (цестода *E. multilocularis*) и волк (цестода *E. granulosus*). Зараженность волка, по нашим данным, составила 10,5 %. В Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (восточная часть Белорусского Полесья) волки заражены цестодой *E. granulosus* на 5,9 % [16, с. 142]. В Белорусском Полесье функционируют природные очаги многокамерного эхинококкоза, а наиболее интенсивные выявлены в западной части этого региона [17, 18]. Заражение людей происходит при проглатывании яиц. Это возможно как при питье сырой воды из открытых водных источников, так и при употреблении плохо помытых овощей, фруктов, лесных и болотных ягод, огородной зелени, контакте с инвазированными дефинитивными хозяевами, их шкурками, шерсть которых может быть загрязнена яйцами гельминтов. Животноводы и лица, ухаживающие за скотом в

индивидуальных хозяйствах, могут занести руками в рот яйца этих паразитов, находящиеся на шерсти и вымени коров и овец, где они могут оказаться, когда животные ложатся на землю, загрязненную фекалиями хищных млекопитающих [19]. Точно также может произойти заражение человека другими тремя видами цестод рода *Taenia*, обнаруженными нами (таблица 1). Хотя случаев инвазирования человека этими цестодами в Беларуси не установлено, однако риск заражения нельзя полностью исключать.

Важная медицинская проблема Белорусского Полесья – описторхоз, спарганоз, трихинеллез, ларвальный токсокароз, случаи заболевания людей которыми периодически регистрируются органами здравоохранения, а дефинитивными хозяевами возбудителей этих гельминтозоозов являются дикие хищные млекопитающие семейства Canidae. Заражение людей происходит при употреблении в пищу карповых рыб, содержащих метацеркарии трематоды *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) (заболевание описторхоз; возможно заражение жителей Полесского региона двумя другими видами, находящимися в таблице 1 над и под этой трематодой, имеющими с ней схожий жизненный цикл и хозяев, являющихся возбудителями меторхоза и псевдамфистомоза; и первыми тремя трематодами в таблице 1, являющихся возбудителями эхинохазмоза, истмиофороза и апофаллоза), мяса диких и домашних свиней, содержащее личинки нематоды *T. spiralis* (заболевание трихинеллез), проглатывания с водой циклопов, инвазированных процеркоидами цестоды *Spirometra erinacei europaei* (Rudolphi, 1819) (заболевание спарганоз или личиночный спирометроз; причиной заражения людей в Полесье может быть мясо диких свиней с плероцеркоидами этой цестоды), а также инвазионных яиц нематоды *T. canis* (заболевание ларвальный токсокароз – синдром висцеральной и глазной формы мигрирующей личинки; подобное заболевание могут вызывать 2 других вида нематод, расположенных в таблице 1 над и под этим видом).

Кроме обнаруженных нами видов гельминтов, другими гельминтологами в восточной части Белорусского Полесья найдены у лисиц цестода *Diphyllobothrium latum* (Linnaeus, 1758) [6], у волков трематода *Metagonimus yokagawai* (Katsurada, 1912) и нематода *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) [7, 16]. Первый вид является возбудителем дифиллоботриоза (заражение человека связано с рыбами, а такие случаи периодически отмечаются, главным образом, в Гомельской области), второй – метагонимоза (заражение человека связано с рыбами; в Беларуси промежуточные хозяева не установлены; случаев заражения человека не зарегистрировано), третий вид – диروفилариоза (заражение человека происходит при укусах комаров, содержащих личинки паразита; случаев заражения человека в Беларуси не выявлено). В Белорусском Полесье (Брестская и Гомельская области) отмечаются случаи заражения местных жителей другим возбудителем диروفилариоза – нематодой *Dirofilaria repens* Railliet et Henry, 1911 [20–22], которая имеет значение для современного здравоохранения Беларуси. Дефинитивными хозяевами этого гельминта в Белорусском Полесье могут быть домашние и дикие хищные млекопитающие семейства Canidae.

Выводы

1. В Белорусском Полесье дикие хищные млекопитающие семейства Canidae установлены в качестве хозяев 28 видов гельминтов – возбудителей гельминтозоозов. Из них три вида (*M. yokagawai*, *D. immitis*: дефинитивный хозяин волк; *D. latum*: дефинитивный хозяин лисица) известны только для восточной части Белорусского Полесья.

2. Автором статьи обнаружено 25 видов гельминтов – возбудителей гельминтозоозов: у волков 18 видов, у лисиц 24 вида, у енотовидных собак 17 видов с очень высоким процентом зараженности животных (75,4–85,2).

3. Дикие хищные млекопитающие семейства Canidae, совершая миграции, способствуют распространению возбудителей гельминтозоозов, повышают риск заражения восприимчивых хозяев, в том числе человека. Очень важна их роль в

формировании и поддержании природных очагов описторхоза, дифиллоботриоза, эхинококкоза, спириометроза, трихинеллеза. Возбудителями этих заболеваний заражаются жители Белорусского Полесья. Существует риск заражения возбудителями меторхоза и псевдамфистомоза от рыб (заболевания схожи с описторхозом и могут быть приняты за него), а также 9 видами цестод и нематод, проглотив их яйца. Требуется дальнейшего изучения участие диких хищных млекопитающих семейства Canidae в циркуляции дирофиляриоза, возбудителем которого является нематода *D. repens*.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Издательский центр БГУ, 2005. – С. 82–108.
- 2 Меркушева, И. В. Гельминты домашних и диких животных Белоруссии: Каталог / И. В. Меркушева, А. Ф. Бобкова. – Минск : Наука и техника, 1981. – С. 84–85.
- 3 Shimalov, V. V. Helminth fauna of the wolf (*Canis lupus* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V. V. Shimalov, V. T. Shimalov // Parasitology Research. – 2000. – Vol. 86. – № 2. – P. 163–164.
- 4 Shimalov, V. V. Helminth fauna of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834) in Belorussian Polesie / V. V. Shimalov, V. T. Shimalov // Parasitology Research. – 2002. – Vol. 88. – № 10. – P. 944–945.
- 5 Shimalov, V. V. Helminth fauna of the red fox (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) in southern Belarus / V. V. Shimalov, V. T. Shimalov // Parasitology Research. – 2003. – Vol. 89. – № 1. – P. 77–78.
- 6 Анисимова, Е. И. Формирование гельминтофауны влока (*Canis lupus*) и лисицы (*Vulpes vulpes*) в ландшафтных подзонах Беларуси / Е. И. Анисимова // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2003. – № 4. – С. 100–107.
- 7 Шималов, В. В. Гельминтофауна волка (*Canis lupus* Linnaeus, 1758) в Белорусском Полесье / В. В. Шималов, В. А. Пенькевич // Паразитология. – 2012. – Т. 46. – Вып. 2. – С. 118–126.
- 8 Шималов, В. В. Гельминтозоозы в Беларуси / В. В. Шималов // Здоровоохранение. – 2007. – № 9. – С. 10–17.
- 9 Козлов, Д. П. Определитель гельминтов хищных млекопитающих СССР / Д. П. Козлов. – М. : Наука, 1977. – 275 с.
- 10 Keys to the cestode parasites of vertebrates / Edited by L. F. Khalil, A. Jones, R.A. Bray. – Wallingford : CABI Publishing, 1994. – 751 p.
- 11 Keys to the Trematoda / Edited by D. I. Gibson, A. Jones, R.A. Bray. – Wallingford : CABI Publishing, 2002. – Vol. 1. – 521 p.
- 12 Keys to the Trematoda / Edited by A. Jones, A. Bray, D.I. Gibson. – Wallingford : CABI Publishing, 2005. – Vol. 2. – 745 p.
- 13 Keys to the Trematoda / Edited by R. A. Bray, D. I. Gibson, A. Jones. – London: CABI and Natural History Museum, 2008. – Vol. 3. – 824 p.
- 14 Anderson, R. C. Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission / R. C. Anderson. – Wallingford : CABI Publishing, 2000. – 650 p.
- 15 Корзан, А. И. Эпидемиологическая и эколого-эпизоотологическая характеристика эхинококкоза на территории Брестской области / А. И. Корзан, Н. Т. Гиндюк, И. В. Олехнович // Медицинский журнал. – 2016. – № 1. – С. 121–123.
- 16 Пенькевич, В. А. Современное состояние гельминтофауны млекопитающих Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / В. А. Пенькевич // Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике: Сб. науч. тр. / Под ред. Г. В. Анципова. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2008. – С.137–155.
- 17 Шималов, В. В. Альвеококкоз в Белорусском Полесье / В. В. Шималов, В. Т. Шималов // Паразитология. – 2001. – Т. 35. – Вып. 2. – С. 145–148.
- 18 Шималов, В. В. Встречаемость *Echinococcus multilocularis* (Cestoda, Taeniidae) в юго-западной части Беларуси / В. В. Шималов // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2011. – № 4. – С. 108–112.
- 19 Филонов, В. П. Проблемы тканевых гельминтозов в Беларуси / В. П. Филонов, Г. Н. Чистенко // Тканевые гельминтозы: диагностика, патогенез, клиника, лечение и эпидемиология: Тр. науч.-практич. конф. – Витебск, 2000. – С. 5–13.
- 20 Нараленкова, Е. Ю. О регистрации случаев дирофиляриоза в Гомельской области / Е. Ю. Нараленкова // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2004. – № 2. – С. 49–51.
- 21 Мицура, В. М. Случай повторного кожного дирофиляриоза / В. М. Мицура, Л. А. Пухальская // Современные аспекты патогенеза, клиники, диагностики, лечения и профилактики паразитарных заболеваний: Тр. IX Республ. науч.-практич. конф. с междунар. участием / Под ред. проф. В. Я. Бекиша. – Витебск : ВГМУ, 2014. – С. 137–140.
- 22 Ярец, Л. Н. Роль популяций кровососущих комаров в распространении дирофиляриоза на территории Брестской области / Л. Н. Ярец, О. М. Попчева // Современные аспекты патогенеза, клиники,

диагностики, лечения и профилактики паразитарных заболеваний: Тр. IX Республ. науч.-практич. конф. с междунар. участием / Под ред. проф. В. Я. Бекиша. – Витебск : ВГМУ, 2014. – С. 212–215.

CAUSATIVE AGENTS OF THE HELMINTHOZONOSES IN WILD CARNIVORES OF FAMILY CANIDAE IN BELORUSSIAN POLESIE

Shimalov V.V.

The result of a long-term study (1980-2016) on the infestation by causative agents of the helminthozoonoses of 57 wolves, 108 foxes and 79 raccoon dogs in Belorussian Polesie is presented. 25 species of helminths – causative agents of helminthozoonoses were found (18 species in wolves, 24 species in foxes, and 17 species in raccoon dogs). Infestation of wolves was 75.4 %, foxes – 85.2 %, raccoon dogs – 79.8 %. Altogether, 28 species of helminths, which are causative agents of helminthozoonoses, were found in Belorussian Polesie in wild carnivores of the Canidae family. The participation of these animals in the spread of invasion and the risk of infection of people are discussed.

ЗМЕСТ

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ		
1	Волчек А.А., Парфомук С.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЕЙ ВОДЫ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА БАЛХАШ	
2	Михальчук Н.В., Дашкевич М.М. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СОКЕ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ	
3	Мялик А.Н., Парфёнов В.И. БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ВЕРОЯТНО ИСЧЕЗНУВШИХ С ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ	
4	О.Н. Патыченко ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ УКРАИНЫ В ГРАНИЦАХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ	
5		
6		
7		
СЕЛЬСКАЯ ГАСПАДАРКА		
1	Конончук В.В., Лицкевич А.Н., Гулькович М.В. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ	
2	Сатишур В.А., Брыль Е.А., Марзан И.Г. ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СРЕДНЕКИСЛОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ	
3	Сатишур В.А., Артемук Е.Г., Левченко И.А., Михальчук С.Н. ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ СРЕДНЕКИСЛОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ НА КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ	
4	Сатишур В.А., Ильюкова И.И., Борис О.А., Петрова С.Ю., Гомолко Т.Н., Красная С.Д. ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБОПЕРЕРАБОТКИ И ГРИБНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
5	Сорока А.В., Брыль Е.А., Антонюк А.С. САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕССКОГО РЕГИОНА	
6		
ЭКАЛОГІЯ		
1	Волчек А.А., Чезлова О.Е., Лицкевич А.Н. ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ОРОШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «СТЦ «ЗАПАДНЫЙ»)	
2	В.Т. Демянчик, А.Н. Ольгомец, А.М. Семеняк ИЗМЕНЕНИЯ В СТРУКТУРЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ: ФАУНИСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ	
3	В.Т. Демянчик, В.В. Демянчик, В.П. Рабчук ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ЗООНОЗНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ БИОТОПАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ	
4	В.В. Демянчик, М.Г. Демянчик СИНАНТРОПНЫЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ	
5	А.Н. Мялик, М.М. Дашкевич, О.А. Галуц МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ROSACEAE JUSS.	
6	Цвирко Л.С., Самойлова Т.И., Колтунова Ю.Б., Сеньковец Т.А. ИКСОДОВЫЕ КЛЕЩИ В ПОЛЕССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ И ИХ ЗАРАЖЕННОСТЬ ВИРУСОМ КЛЕЩЕВОГО	

	ЭНЦЕФАЛИТА	
7	Шималов В В. ВОЗБУДИТЕЛИ ГЕЛЬМИНТОЗООНОЗОВ У ДИКИХ ХИЩНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ СЕМЕЙСТВА CANIDAE В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ	