

(35), аспектов с важностью 3 - 2% (1), аспектов с важностью 4 - 25% (16), аспектов с важностью 8 - 2% (1), аспектов с важностью 9 - 2% (1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ассортимент выпускаемой продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://knowledge.allbest.ru/management/2c0a6535a2ac79b4d8421306c27_0.html. – Дата доступа: 12.10.2020.
2. Отчет о природоохранной деятельности. – ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», 2018. – 51 с.
3. Методика оценки значимости экологических аспектов и оценки рисков. М-840-КСМ-2019. – ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», 2019. – 9 с.

ЗАВИСИМОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФАТОВ В ВОДЕ ОТ ПОДВИЖНЫХ И ВАЛОВЫХ ФОРМ ФОСФОРА В ПОЧВЕ НА АГРАРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ТЕРНОПОЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (УКРАИНА)

DEPENDENCE OF PHOSPHATE CONTENT IN WATER ON MOBILE AND TOTAL FORMS OF PHOSPHORUS IN SOIL IN AGRICULTURAL TERRITORY OF TERNOPIL REGION (UKRAINE)

Е. И. Скиба, Л. Я. Федонюк, О. М. Ярема, К. Лесняк-Мочук*
O. I. Skyba, L. Ya. Fedonyuk, O. M. Yarema, K. Lesnyak-Mochuk*

*Тернопольский национальный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского МЗ Украины,
г. Тернополь, Украина*

**Жешовский политехнический университет, г. Жешов, Польша, Республика
jaremaom@tdmu.edu.ua*

*I. Horbachevsky Ternopil National Medical University
Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine*

**Rzeszow Polytechnic University, Rzeszow, Republic of Poland*

Определены и проанализированы показатели фосфатов в воде, содержание подвижной и валовой форм фосфора в донных отложениях и почвах в гидроэкосистеме аграрной территории, которая характеризуется активным земледелием и животноводством. Установлено, что наличие валовой формы фосфора в почве, воде и донных отложениях значительно отличается в разные месяцы, а подвижной формы наоборот совпадает. Последнее свидетельствует о значительной мобильности подвижных форм фосфора в системе почва↔вода↔донные отложения. Установлено, что весной большинство валового фосфора находится в почве, а летом и до начала осени растет его доля в донных отложениях. Выявлено, что содержание фосфатов в исследованной гидроэкосистеме определяется их миграцией в системе почва↔вода↔донные отложения и имеет сезонный характер.

The indicators of phosphates in water, the content of mobile and total forms of phosphorus in bottom sediments and soils in the hydroecosystem of the agrarian territory, which is characterized by active agriculture and animal husbandry, have been determined and analyzed. It was found that the presence of the total form of phosphorus in soil, water and bottom sediments differs significantly in different months, and the mobile form, on the contrary, is the same. It indicates a significant mobility of mobile forms of phosphorus in the “soil-water-bottom” sediments system. It was found that in spring most of the total phosphorus is in the soil, and in summer and until the beginning of autumn, its share in bottom sediments increases. It was revealed that the content of phosphates in the studied hydroecosystem is determined by their migration in the “soil-water-bottom” sediments system and has a seasonal character.

Ключевые слова: фосфаты, почва, донные отложения, вода, гидроэкосистема, подвижная форма фосфора, валовая форма фосфора, аграрная территория, антропогенное загрязнение.

Keywords: phosphates, soil, bottom sediments, water, hydroecosystem, mobile form of phosphorus, total form of phosphorus, agricultural territory, anthropogenic pollution.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-213-217>

Поскольку почва является главным компонентом ландшафтов, который участвует в формировании водного баланса, на фоне глубокого нарушения экологического равновесия между природными и измененными

хозяйственной деятельностью угодьями, загрязнение сельскохозяйственных земель, его эрозийная, агрохимическая и агрофизическая деградация сказывается на водном балансе и качестве водной среды [1, 2].

Почва влияет на соотношение поверхностного и почвенного питания рек, а также на химический состав воды. Именно от почв зависит, какая часть атмосферных осадков поступит с водоразделов в реки в виде поверхностного стока, а какая – в виде почвенного, что в значительной степени определяет равномерность питания рек. В результате приноса из почвы соединений, водоемы получают значительное количество биофильных макро- и микроэлементов, а также гумуса.

Еще Д. Н. Прянишников отмечал, что для того, чтобы оживить почву необходимо добавить только один элемент - фосфор. Как известно, что фосфор занимает 13-е место (по массе); его содержание достигает в среднем 0,12%. Общее содержание фосфора (в пересчете на P_2O_5) в почвах чаще всего находится в пределах 0,046 - 0,092%.

По своим химическим свойствам фосфор имеет сложную природу взаимодействия с различными компонентами почвы, определяет большое количество различных форм, реакций, соединений и комплексов, посредством которых он может быть в почве. Основные запасы фосфора находятся в горных породах земной коры, в водах и донных отложениях морей и океанов, в гумусовом горизонте наземных и подводных почв. Основные запасы фосфора находятся в горных породах земной коры, в водоемах и донных отложениях морей и океанов, в гумусовом горизонте наземных и подводных почв. Полученные научные данные свидетельствуют о том, что фосфор практически всегда находится в дефиците в почве и водоемах.

Фосфор почвенного раствора находится в состоянии равновесия с грунтовыми соединениями твердой фазы, и если какое-то количество фосфатов теряется из почвенного раствора, определенная часть такой потери пополняется за счет фосфатов твердой фазы. В результате этих реакций в почве поддерживается фосфатный потенциал на относительно постоянном уровне за счет увеличения или уменьшения общего запаса подвижных фосфатов [3-5].

На структуру и свойства почв существенно влияют донные гидробионты (бентос). Под влиянием бактерий, олигохет, хирономид и других бентосных организмов труднорастворимые в воде органические и минеральные соединения переходят в открытые формы азота, фосфора, железа и других биогенных элементов [3, 4].

Фосфор имеет сложную природу взаимодействия с различными компонентами почвы, определяет большое количество различных форм, реакций, соединений и комплексов, посредством которых он может быть в почве. Одна из наиболее важных особенностей фосфора - способность быстро поглощаться почвой и образовывать слаборастворимые и кристаллизованные соединения за счет химического связывания и различных направлений физико-химической адсорбции [5]. Прибрежные почвы, в отличие от почв открытых местностей, прямо контактируют с водой и играют значительную роль в распределении соединений фосфора в системе почва↔вода↔донные отложения.

Донные отложения - это та составляющая экосистем, которая находится во взаимосвязи с толщей воды, и в которой отражаются главные физико-химические и биологические внутриводные процессы. Последние играют важную роль в круговороте химических элементов. Содержание загрязняющих веществ в донных отложениях поверхностных водоемов является важным показателем их антропогенного загрязнения.

В толще воды постоянно находится определенное количество взвешенных частиц минерального и органического происхождения. Под действием силы тяжести они постепенно опускаются на дно. Кроме минеральных соединений в водоемах и водотоках происходит осаждение и органических соединений, которые образуются в процессе жизнедеятельности гидробионтов [1].

Между донными отложениями и толщей воды осуществляется постоянный обмен биогенными элементами, который обеспечивает функционирование водных экосистем в неразрывном единстве всех их компонентов. В частности, донные отложения являются источником вторичного загрязнения водных объектов, так как накопленные в них минеральные и органические вещества постепенно переходят в толщу воды. Этот процесс играет особую роль в поддержании высокого содержания биогенных элементов в природных водоемах [2].

В результате различных загрязняющих факторов (многократное возделывание почвы, применение высоких доз минеральных удобрений и химических средств защиты растений, накопление ядохимикатов в почве и грунтовых водах, загрязнения отработанными газами тракторов, комбайнов, автомобилей, маслами и бензином, которые вытекают из них во время работы на полях, а также техногенными выбросами промышленных предприятий), которые влияют на изменение химической структуры почвы, страдает и водоем, который непосредственно контактирует с источниками загрязнения. Поэтому качество воды малой реки является интегральным показателем экологического состояния всего водосборного бассейна и прилегающих к нему территорий [1-3].

Тернопольская область Украины имеет разветвленную гидрографическую сеть слабо защищенных водотоков. В результате даже незначительное локальное загрязнение реки или ручья может иметь катастрофические последствия для всего бассейна, а то и подземных горизонтов. Региональное загрязнение малых рек приводит к ухудшению качества воды в средних и больших реках, создает серьезную опасность для здоровья населения.

Целью работы было установление связи между содержанием фосфатов в воде, концентрацией подвижной и валовой форм фосфора в донных отложениях и прибрежных почвах на территории малой реки, которая протекает на территории с активным ведением аграрной деятельности.

Для проведения исследования были определены и проанализированы показатели фосфатов в воде, содержание подвижной и валовой форм фосфора в донных отложениях и почвах в гидроэкосистеме аграрной территории, которая характеризуется активным земледелием и животноводством.

Поскольку наиболее разорёнными районами Тернопольской области являются южные районы области (Чертковский, Борщевский, Залещицкий, частично Бучацкий), к объекту исследования была отнесена река, которая протекает в пределах Бучацкого района – река Стрыпа [3-5]. Выделение вышеназванной территории осуществлено согласно эколого-географического районирования Тернопольской области, разработанного на основе влияния хозяйственной деятельности человека на окружающую среду [1-3].

Стрыпа – третья по величине из левых притоков Днестра в пределах Тернопольской области. Площадь ее водосбора составляет 1610 км² (почти 12% территории области). Длина реки – 147 км, ширина русла в среднем течении – 10-65 м, глубина – 0,5-1,0 м. Основными загрязнителями р. Стрыпа является КП «Зборовский водоканал» и КП «Бучацкий ККП», Бучацкий сырзавод [1].

Учитывая задачи исследования, мы исследовали оксид фосфора (V) P_4O_{10} в его упрощенном виде – P_2O_5 и анион PO_4^{3-} ортофосфорной кислоты HPO_4 в абиотических и биотических составляющих гидроэкосистемы.

Для определения в воде фосфатов использовали фотометрический метод с молибдатов аммония $(NH_4)_2MoO_4$. Вследствие взаимодействия ортофосфата с молибдатов аммония в кислой среде ($pH \approx 1$) в присутствии аскорбиновой кислоты образуется интенсивно окрашенное в синий цвет соединение – «молибденовая синь». Эта реакция происходит при нагревании. Чувствительность определения составляет 0,02 мг PO_4^{3-} / дм³. Оптическую плотность растворов измеряли при $\lambda = 690$ нм (красный светофильтр). Для пересчета полученных величин в концентрацию фосфора фосфатов, мг P / дм³, показатели умножали на 0,3263 [1].

Поскольку в Тернопольской области наибольшую площадь занимают черноземы оподзоленные лесостепные (около 72%), минеральные подвижные формы фосфора определяли по методике Чирикова, которая является стандартной для черноземов и серых лесных почв степной и лесостепной зон [ДСТУ 4115-2002. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по модифицированному методу Чирикова]. Метод основан на извлечении фосфора и калия из почвы 0,5 н. раствором уксусной кислоты ($pH \approx 2,5$) при соотношении почва: раствор = 1:25 и температуре 18-20 °С с последующим определением содержания фосфора в растворе методом Дениже, вариант Труога-Майера, на фотоэлектроколориметре [2]. Метод основан на способности фосфорной кислоты создавать голубую окраску с молибденово-кислым аммонием в присутствии хлористого олова.

Определение содержания валовых форм фосфора в донных отложениях и прибрежных почвах осуществляли согласно [ДСТУ ISO 14869-1: 2005. Качество почвы. Растворения для определения валового содержания элемента. Часть 1. Растворение плавиковой и хлорной кислотами]. Данный стандарт определяет метод полного растворения, с применением плавиковой и хлорной кислот для различных элементов в почве, среди которых есть и фосфор. Просушен и размолотый образец предварительно обрабатывают для разрушения органического материала, а затем травят смесью плавиковой и перхлоратной кислот. После испарения до почти сухого состояния остаток растворяют в хлоридной или нитратной кислотах. Содержание фосфора в растворе определяли методом Дениже, вариант Труога-Майера на фотоэлектроколориметре [1]. Содержание подвижных форм фосфора и его валового содержания выражали в мг P_2O_5 на 1 кг почвы.

В результате проведенных исследований, установлено следующее содержание фосфатов в воде: низкие значения фосфат-ионов в воде зафиксировано в сентябре – 0,005 мг / дм³, а самые высокие – в мае 0,0165 мг / дм³.

Также установлено следующую динамику содержания фосфатов в воде исследуемой территории: незначительное повышение с апреля по май, снижение в июне и июле, рост в августе, минимальные концентрации – в сентябре и повышение – в октябре.

Пик фосфатов в мае обусловлен их поступлением с поверхностным стоком со всей водосборной площади бассейна реки, относительно невысоким уровнем развития потребления их водными организмами, за счет смыва во время сельскохозяйственной деятельности. Минимальные показатели фосфатов в сентябре связываем с большим количеством осадков и значительным поверхностным стоком. Кроме того, большое количество подвижной формы фосфора переходит в валовую (неподвижную) и оседает на дне водоемов.

При изучении содержания подвижных форм фосфора в донных отложениях установлено, что в водоеме концентрация фосфора колебалась от минимальных показателей в июне (24,8 мг / кг) до максимальных – в августе (117,3 мг / кг). С апреля по июнь концентрация подвижных форм фосфора снизилась в 3,31 раза, а к августу – увеличилась в 4,73 раза. С августа по октябрь концентрация фосфора снизилась в 2,13 раза.

Динамика содержания фосфатов в воде отражается на накоплении их подвижных форм в донных отложениях. Установлено уменьшение содержания последних в мае и июне, что связано с переходом фосфат-ионов в воду и привлечением их в биогеохимический круговорот за счет активизации вегетации биоты. Осенний минимум подвижных соединений фосфора в донных отложениях соотносится с общей закономерностью седиментации и образованием малорастворимых комплексов большинства неорганических соединений.

Между содержанием фосфатов в воде и подвижными формами фосфора в донных отложениях установлено обратную связь весной, а прямую – летом.

Содержание валовых форм фосфора в донных отложениях показало следующую картину: в водоеме минимальные показатели валового содержания фосфора были зафиксированы в апреле (190,0 мг / кг), а максимальные – в июле (279,1 мг / кг). С апреля по июль валовое содержание форм фосфора выросло в 1,47 раза, а к октябрю незначительно снизилось. Между содержанием фосфат-ионов в воде и валовым содержанием фосфора в донных отложениях установлено обратная связь весной, прямая – летом и осенью.

На основе выявленных зависимостей установлены следующие закономерности: весной и в начале лета между фосфат-ионами в воде, подвижными и валовыми формами фосфора в донных отложениях установлено обратную связь, что свидетельствует о высвобождении фосфатов из донных отложений и их переходом в воду, тем самым уменьшая их концентрацию в донных отложениях. В конце лета наблюдается прямая зависимость между выше-названными показателями, что объясняет уравнивание баланса фосфатов в системе вода↔донные отложения. Осенью содержимое фосфора в донных отложениях растет вследствие высвобождения фосфатов с отмершей органики с постепенными седиментационными процессами их осаждения в донных отложениях.

Данные исследований о содержании подвижных форм фосфора в почве указывают на то, что содержание подвижной формы фосфора в реке колебалось от минимальных значений в апреле (19,1 мг / кг) до максимальных - в августе (131,6 мг / кг). С апреля по июль содержание фосфора выросло в 9,74 раза, а с июля по октябрь - снизилось в 4,27 раза.

В прибрежных почвах исследуемой территории наблюдалась общая тенденция к росту содержания подвижных форм фосфора с ранней весны до середины июля и обратный механизм постепенного снижения к зиме, что связано с сезонностью вегетации растений и активностью почвенных организмов и закисление при этом почвы за счет выделения биотой экзометаболитов, которые имеют кислую реакцию. Эта закономерность с отдельными вариациями прослеживается, когда на динамику подвижных форм фосфора в отдельные месяцы накладываются антропогенные факторы (случайные загрязнения, смывные воды, засорение и т.д.).

В водоеме с аграрной территории минимальные показатели валового фосфора зафиксированы в октябре (132,8 мг / кг), а максимальные - в августе (194,6 мг / кг). С апреля по май наблюдался рост содержания фосфора в 1,30 раза, с мая по июнь незначительное снижение, до августа повышение, а к октябрю снижение в 1,46 раза.

Установлено также, что между содержанием фосфатов в воде и подвижными формами фосфора в почве весной существует значительная корреляция ($r = -0,82$). Между содержанием фосфатов в воде и валовым содержанием фосфора в почве установлена прямая корреляционная связь: $-r = 0,83$.

Уменьшение концентрации подвижных форм фосфора в прибрежной почве весной объясняется поступлением последних с талыми водами, тем самым уменьшая их количество в воде. К концу лета концентрация фосфора в прибрежной почве растет вследствие аллохтонных поступлений из природных источников (эрозия, поверхностный сток, жизнедеятельность растительных и животных организмов и т.д.). Осенью содержимое подвижных форм фосфора в прибрежной почве снижается, скорее всего, за счет выноса последних из смывными дождевыми водами и использованием их для жизнедеятельности растений.

Для объяснения миграции фосфатов между абиотическими составляющими исследуемых гидроэкосистем было рассчитано соотношение их содержания в системе почва↔вода↔донные отложения. За единицу принято показатели для почвы, поскольку они характеризуются наиболее устойчивым содержанием соединений фосфора и являются основным источником поступления фосфора со смывными водами.

Установлено, что весной большинство валового фосфора находится в почве, а летом и к началу осени растет его доля в донных отложениях.

При этом, содержание фосфатов в воде остается относительно постоянным, что дает право утверждать о высокой буферной емкости прибрежных почв и донных отложений и их ведущую роль в поддержании гомеостатического уровня фосфатов в воде рек. В экосистеме реки, протекающей на исследуемой территории, наблюдается преобладание содержания фосфатов в донных отложениях над его уровнем в почвах и воде, что может быть связано со смывом с агрополей значительных количеств органических веществ, которые аккумулируют фосфаты и постепенно накапливают их в донных отложениях.

Проанализировав соотношение содержания фосфора между абиотическими составляющими гидроэкосистемы, видно, что наличие валовой формы фосфора в почве, воде и донных отложениях значительно отличается в разные месяцы, а подвижной формы - совпадает. Последнее свидетельствует о значительной мобильности подвижных форм фосфора в системе почва↔вода↔донные отложения [3, 4].

Итак, содержание фосфатов в исследованной воде определяется их миграцией в системе почва↔вода↔донные отложения и имеет сезонный характер. Весной фосфаты, прежде всего за счет развития фитопланктона и высшей водной растительности, поступают в воду из донных отложений и со смывными водами побережья из грунтов, в которых они образуются вследствие гниения органических веществ прибрежных территорий. Осенью, фосфаты, которые поступают из почв и растений (фитопланктон и высшие водные растения), оседают и накапливаются в донных отложениях, тем самым обеспечивая очистку воды [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Dai, JC; Song, JM; Li, XG Sediment record of phosphorus and the primary study of its bioavailability in Jiaozhou Bay sediments. Environ. Sci. Technol. 2007, 28 (5), pp 929 - 936
2. Chunye, L.; Zhigang, W.; Mengchang, H. Phosphorus sorption and fraction characteristics in the upper, middle and low reach sediments of the Daliao river systems, China. J. of Hazardous Materials 2009, 170 (1), pp 278-285
3. Прокопчук, А. И. Взаимосвязь между содержанием соединений фосфора в прибрежном грунте и воде реки в аграрной территории. Материалы II Международной конференции «Восстановление биотического потенциала агроэкосистем», Днепропетровск, 9 октября 2015; Днепропетровск, 2015; с 84-87;

4. Прокопчук, А. И. Оценка фосфатного статуса реки и прибрежного грунта в пределах природного заповедника «Медоборы». Сборник тезисов I Всеукраинской научно-практической интернет-конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития естественных наук и методик их викладання»; Глухов, 2016.
5. Прокопчук, А. И. Сезонные изменения содержания соединений фосфора в абиотических составляющих рек Тернопольщины с разным характером антропогенного воздействия. Научные записки Тернопольского национального педагогического университета им. В. Гнатюка. Сер. Биология 2017, 2 (69), с 105-112.

МЕНЕДЖМЕНТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

MANAGEMENT OF WATER CONSUMPTION AND SANITATION OF FOOD INDUSTRY ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Е. А. Улащик, И. А. Ровенская
E. A. Ulaschik, I. A. Rovenskaya

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь,
ulasikekaterina@gmail.com
rovenskayaia@rambler.ru
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Объектом исследования работы является менеджмент водопотребления и водоотведения водных ресурсов предприятия молочной промышленности Республики Беларусь. Была проанализирована нормативная база в области разработки технологических нормативов, а также технологии производства молочной продукции. Подробно рассмотрены все этапы переработки молока и дальнейшего производства молочных изделий.

На основе исходных данных рассчитаны индивидуальные нормативы водопотребления и водоотведения водных ресурсов в соответствии с законодательством Республики Беларусь. Составлена нормативно-расчетная балансовая таблица объемов водопотребления и водоотведения с учетом объемов безвозвратных потерь воды. Результатом работы стала разработка балансовой схемы водопотребления и водоотведения предприятия молочной промышленности с рекомендациями для сокращения потерь и использования воды питьевого назначения для производственных нужд.

The object of the study is the management of water consumption and water disposal of the dairy industry enterprise of the Republic of Belarus. The regulatory framework for the development of technological standards, as well as the technology for the production of dairy products, was analyzed. All stages of milk processing and further production of dairy products are considered in detail.

Based on the initial data, individual standards for water consumption and water disposal of water resources were calculated in accordance with the legislation of the Republic of Belarus. A normative-design balance table of water consumption and water disposal volumes was compiled, taking into account the volumes of irretrievable water losses. The result of the work was the development of a balance diagram of water consumption and water disposal of a dairy industry enterprise with recommendations for reducing losses and using drinking water for industrial needs.

Ключевые слова: технологические нормативы водопотребления и водоотведения, водный баланс предприятия, расход воды, нормы расхода воды.

Keywords: technological standards of water consumption and sanitation, water balance of the enterprise, water consumption, water consumption standards.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-217-220>

Пищевая промышленность – одна из важных отраслей промышленности Республики Беларусь, в 2019 году занимавшая 23,6% в общем объеме промышленного производства [1]. По белорусской классификации, к пищевой промышленности относятся такие виды экономической деятельности, как производство продуктов питания, напитков (алкогольных и безалкогольных) и табачных изделий. Развито производство молочной, мясной, хлебобулочной, кондитерской продукции, сигарет, полностью обеспечиваются потребности республики в сахаре, алкогольных и безалкогольных напитках. В основном отрасль снабжается продукцией отечественного сельского хозяйства (за исключением производства сигарет, изделий из рыбы и, частично, хлебобулочных изделий и кондитерских изделий).

Производство молочных изделий (молочная промышленность) – важнейшая отрасль пищевой промышленности Республики Беларусь, составляющая 28,6% в объеме производства продуктов питания, напитков и табачных