

Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

МОЛОДЕЖНЫЙ ФОРУМ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сборник статей
Республиканской студенческой
научно-практической конференции

Брест, 23 марта 2018 года



Брест
БрГУ имени А.С. Пушкина
2018

УДК 57+58+87+349+372+502+504+532+549+546+551+556+574+577+581+
582+591+595+614+622+628+630+632+633+634+656+663
ББК 20.18+24.1+24.2+28.07+28.08
М 99

Рецензенты:

кандидат биологических наук, доцент **Н.М. Матусевич**
кандидат биологических наук, доцент **Е.Г. Артемук**

Под общей редакцией

кандидата биологических наук, доцента **Н.Ю. Колбас**

М 99 **Молодежный форум по экологической безопасности** : сб. материалов Республиканской студенческой науч.-практ. конф., Брест, 23 марта 2018 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина; под общ. ред. Н.Ю. Колбас. – Брест : БрГУ, 2018. – 209 с.

В сборник включены материалы, посвященные решению актуальных проблем экологической безопасности, формирования экоустойчивости, сохранению природных ресурсов, инновационным методам переработки отходов. Материалы отражают основные направления научных исследований студентов.

Материалы могут быть использованы научными работниками, аспирантами, преподавателями и студентами высших учебных заведений, специалистами системы образования.

Ответственность за языковое оформление и содержание материалов несут их авторы.

**УДК 57+58+87+349+372+502+504+532+549+546+551+556+574+577+581+
582+591+595+614+622+628+630+632+633+634+656+663
ББК 20.18+24.1+24.2+28.07+28.08**

© УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», 2018

УДК 532.546

М.В.АГАПОВ

Россия, Стерлитамак, СФ БашГУ

Научный руководитель: Г.Я. Хусаинова, канд.ф.-м.н., доцент

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СБОРА НЕФТЯНЫХ ПЯТЕН ВРАЩАЮЩИМСЯ БАРАБАНОМ

К настоящему времени один из основных методов технологического сбора нефтяных пятен с поверхности водоемов и рек основан на явлении увлечения пленок вращающимся барабаном [1]. Настоящая работа посвящена некоторым особенностям течения в процессе разделения пленки нефти от воды с помощью вращающегося цилиндра, поверхность которого хорошо смачивается с жидкостью в пленке.

На рисунке 1 приведена схема барабанного сборщика. Нижняя часть барабана частично находится в жидкости (степень погружения определяется углом φ_0). Пусть невозмущенная толщина пленки равна h_∞ (толщина пленки в достаточном удалении от барабана), а скорость ее движения относительно оси барабана равна v_∞ . Тогда для объемного расхода пленки, поступающего к барабану, отнесенной к единице его длины, имеем $m = h_\infty v_\infty$.

Поскольку поверхность барабана хорошо смачивается с жидкостью в пленке, то на поверхности вращающегося барабана происходит полный захват и увлечение этой жидкости, что способствует разделению пленки от воды. В связи с этим допущением, захватом воды барабаном пренебрегаем и считаем, что происходит увлечение только пленки нефти.

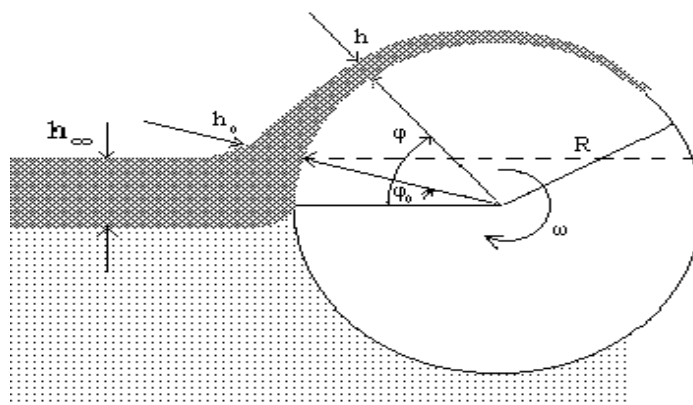


Рисунок - Схематическое представление барабанного сборщика

В рамках выше принятых гипотез, теоретическое моделирование процесса увлечения пленки движущейся поверхностью сводится построению решений уравнений вязкой жидкости. Для этого запишем уравнения неразрывности и Навье-Стокса для установившегося течения движения жидкой пленки в зоне увлечения с учетом силы тяжести в цилиндрических координатах:

$$\frac{\partial(rV_r)}{\partial r} + \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} = 0, \quad -\frac{\partial P}{\partial r} - \rho g \sin \varphi = 0, \quad (1)$$

$$\rho \left(\frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} + V_r \frac{\partial V_\varphi}{\partial r} - \frac{V_r V_\varphi}{r} \right) = -\frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial \varphi} + \mu \frac{\partial^2 V_\varphi}{\partial r^2} - \rho g \cos \varphi = 0. \quad (2)$$

На поверхности барабана ($r=R$) будем полагать условие прилипания, которое запишется в виде:

$$V_\varphi = \omega R \quad (r=R). \quad (3)$$

На внешней поверхности пленки с толщиной h примем условие отсутствия касательных напряжений:

$$\frac{\partial V_\varphi}{\partial r} = 0 \quad (r=R+h). \quad (4)$$

Это условие вполне оправдано для границы раздела пленка – газ, так как динамическая вязкость газа на порядок меньше вязкости жидкости.

Общие решения системы (1) и (2) при условии (3) и (4) не найдено. Но для рассматриваемой проблемы имеет смысл рассмотреть случай достаточно медленных ползучих течений, когда силы инерции несущественны. Для этой ситуации, когда силы инерции много меньше сил вязкого трения ($Re \ll 1$, $Re = \rho \omega R h_0^* / \mu$), уравнение движения (2) примет вид:

$$\mu \frac{\partial^2 V_\varphi}{\partial r^2} - \rho g \cos \varphi = 0. \quad (5)$$

Двукратным интегрированием, учитывая при этом условия отсутствия касательных напряжений (4) и прилипания (3), можем получить выражение для распределения скорости поперек пленки:

$$V_\varphi = \frac{\rho g \cos \varphi}{2\mu} (r^2 - R^2) + \frac{\rho g \cos \varphi}{\mu} (R+h)(R-r) + \omega R. \quad (6)$$

При стационарном режиме работы барабана объемный расход поступления пленки m и скорость пленки на поверхности барабана должны быть связаны уравнением

$$\int_R^{R+h} V_\varphi dr = m. \quad (7)$$

Используя (6), на основе (7) получим уравнение, описывающее распределение толщины пленки h на поверхности барабана в зависимости от расхода поступления нефти m :

$$-\frac{g \rho \cos \varphi}{\mu} \frac{h^3}{3} + \omega R h = m. \quad (8)$$

Запишем уравнение (7) для передней кромки барабана:

$$m = -\frac{g\rho \cos\varphi_0}{\mu} \frac{h_0^3}{3} + \omega R h_0. \quad (9)$$

Из анализа этого выражения следует, что зависимость расхода m от h_0 имеет две ветви, а именно монотонно возрастающую при росте h_0 до h_0^* и монотонно убывающую при дальнейшем росте h_0 ($h_0 > h_0^*$). Анализ показывает, что вторая ветвь физически не реализуема (при $\varphi = \frac{\pi}{2}$ толщина пленки на поверхности барабана стремится к бесконечности).

Значение h_0^* , при котором расход максимален, находим из условия

$$\frac{dm}{dh_0} = -\frac{g\rho \cos\varphi_0}{\mu} h_0^2 + \omega R = 0. \quad (10)$$

Отсюда для его значения получим

$$h_0^* = \sqrt{\frac{\omega R \mu}{\rho g \cos\varphi_0}}. \quad (11)$$

Подставляя выражение (11) в (9), можем найти максимальную производительность барабанного сборщика шириной L

$$M^* = \frac{2}{3} L \sqrt{\frac{(\omega R)^3 \mu}{\rho g \cos\varphi_0}}, \quad (12)$$

которая может реализоваться при заданной скорости вращения ω , радиуса R и уровня затопленности барабана в воде, определяемым углом φ_0 .

Приведем численный пример. Для барабана с параметрами $L=2$ м, $R=0,2$ м, $\omega=3,14$ с⁻¹, $\varphi_0=0$ и жидкости в пленке при $\mu=15$ Па*с, $\rho=850$ кг/м³ будем иметь $h_0^* \approx 3$ см.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моделирование процесса удаления нефти с поверхности воды методом прилипания / В. Ш. Шагапов [и др.] // Экологические системы и приборы. – 2003. – № 5. – С. 33.
2. Хусаинова, Г. Я. Моделирование сбора нефтяных пятен с поверхности воды / Г. Я. Хусаинова // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – 2014. – Т. 1., № 5. – С. 68–70.
3. Хусаинов, И. Г. Тепловые процессы при акустическом воздействии на насыщенную жидкостью пористую среду / И. Г. Хусаинов // Вестник Башкирского университета. – 2013. – Т. 18, № 2. – С. 350 – 353.

УДК 577.175.19

Я.В. АРЧИБАСОВА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: А.П. Колбас, канд. биол. наук, доцент, PhD

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ БИОМАССОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ РОСТСТИМУЛЯТОРОВ СТЕРОИДНОЙ ПРИРОДЫ

В современной прикладной экологии все большее значение приобретают методы повышения продуктивности растений за счет использования гормонов. Хорошие результаты по повышению урожайности сельскохозяйственных культур показали некоторые brassinosteroids (БС) [1]. Brassinosteroids составляют новый шестой класс растительных гормонов в дополнение к ауксинам, гиббереллинам, цитокининам, абсцизовой кислоте и этилену. По химической структуре БС представляют собой производные стероида холестерина, что относит их к классу экдистероидов (подкласс фитоекдистероидов) [2]. Одной из перспективных культур для получения биотоплива и использования в фиторемедиации является подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.) [3]. БС обладают высокой биологической активностью и способны в низких концентрациях воздействовать на физиологические процессы в растениях, повышая их рост, урожайность и устойчивость к стресс-факторам среды, в том числе к засухе, экстремальным температурам, токсичным веществам, солености [4]. Эти свойства находят применения в различных сферах народного хозяйства, в том числе и в выращивании быстрорастущих энергетических культур [5].

Беларусь идеально подходит для развития этой отрасли биоэнергетики благодаря наличию крупного сельскохозяйственного производства, равнинного ландшафта, современных предприятий энергетического и общего машиностроения, а также высокого уровня технического образования населения. Довольно перспективными культурами для получения биотоплива и использования в фиторемедиации в южных регионах страны являются подсолнечник и сорго [6].

Цель: оценить влияние brassinosteroids на изменения ростовых параметров *Helianthus annuus* L. и *Sorghum bicolor* (L.) Moench в лабораторных и полевых условиях.

Материалы и методы. Для изучения влияния различных концентраций БС на рост и развитие перспективных культур в 2017 году в полевых условиях были использованы семена подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.) мутантной линии M1: SBI-12-B4-E-12/15-35-140-04-

МВ (Швейцария) и коммерческого сорта *Ethic* (Франция), показавших значительную эффективность в предыдущих опытах по фиторемедиации загрязненных почв, а также сорго зернового *Sorghum bicolor* (L.) сорта *Sucro* (Ss) (Франция).

Семена обеих культур (по 100 шт.) предварительно замачивали в течение 5 часов в растворах эпибрасинолида (ЭБЛ), гомобрасинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) с концентрациями 10^{-8} , 10^{-7} , 10^{-6} . В качестве контроля использовалась дистиллированная вода; итого получено 10 вариантов для каждого их трех культиваров (1 сорго и 2 подсолнечника). Далее семена высаживались на опытном поле отдела Агробиология Центра экологии.

Полевая всхожесть подсолнечника М1 варьировала от 62% (ГБЛ 10^{-7}) до 90% (ГБЛ 10^{-7} , ЭБЛ 10^{-6}). Всхожесть коммерческого сорта *Ethic* изменялась от 84% (контроль) до 100% (ГБЛ 10^{-7}). Полевая всхожесть сорго *Sucro* отмечалась в пределах от 30% (ЭБЛ 10^{-8}) до 74% (ЭКС 10^{-6}).

Первые настоящие листья у подсолнечника (фаза L1-L2) отмечены 20 мая. Длина гипокотыля на данный момент у М1 варьировала от 3,8 см (ГБЛ 10^{-7}) до 5,02 (ЭКС 10^{-6} и 10^{-7}). Длина гипокотыля на данный момент у коммерческого сорта *Ethic* варьировала от 4,38 см (ГБЛ 10^{-6}) до 5,85 (ЭБЛ 10^{-6}). Высота всходов сорго *Sucro* варьировала от 13,0 см (контроль) до 22,8 см (ГБЛ 10^{-7}).

Предварительный анализ динамики роста двух культиваров подсолнечника показал, что большее ростстимулирующее действие brassinosteroids оказывали на коммерческий сорт, чем на мутантную линию подсолнечника. К концу вегетационного периода достоверное превышение ростовых параметров над контролем значительно снизилось и составило 11 % для ЭБЛ (10^{-6}), 15 % для ГБЛ (10^{-8}) и 16 % для ЭКС (10^{-8}). Анализ динамики роста сорго *Sucro* показал значительное ростстимулирующее действие гормонов на первых этапах вегетации. Так через месяц после посадки семян превышение длины стебля по сравнению с контролем для ЭБЛ составило 54 % (10^{-8}), для ГБЛ – 75 % (10^{-7}), для ЭКС – 77 % (10^{-6}). В последующем эта разница снижалась и к концу вегетации средняя высота растений сорго варьировала от 289 до 323 см, тенденциозные различия от контрольных растений были зафиксированы только для ЭБЛ в концентрации (10^{-7}), ГБЛ (10^{-6}), ГБЛ (10^{-7}) (рисунок 1).

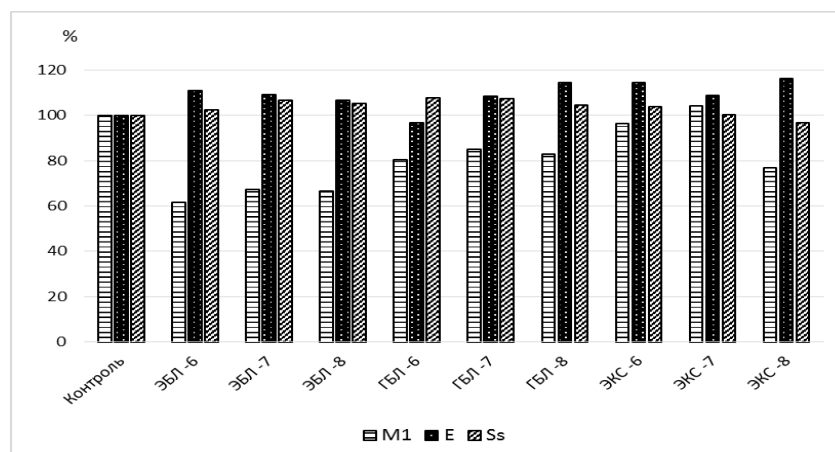


Рисунок 1 – Относительная высота стеблей в конце вегетационного периода

Урожайность семян подсолнечника варьировала в пределах 3,4-5,2 т/га для М1 и от 3,5 до 5,9 т/га для Е (рисунок 2). Значительное увеличение урожайности семян мутантной линии М1 по сравнению с контролем было отмечено после следующих обработок: ЭБЛ (10^{-6}) – 10,1%, ЭБЛ (10^{-7}) – 19,6%, ЭКС (10^{-7}) – 13,8%. У коммерческого сорта Ethic (Е) статистически достоверное увеличение урожайности семян по сравнению с контролем было отмечено для ЭКС (10^{-8} – 47,2%). Достоверное падение урожайности семян зафиксировано для М1 при применении, ГБЛ (10^{-7}) и ГБЛ (10^{-8}) на 21% и 19% соответственно.

Большинство растений сорго зернового к моменту сбора урожая сформировали метелку с семенами. Средняя урожайность сухих семян варьировала в пределах 0,7-1,1 т/га, однако в связи со значительным варьированием данного признака достоверных отличий от контрольных растений не выявлено (рисунок 2).

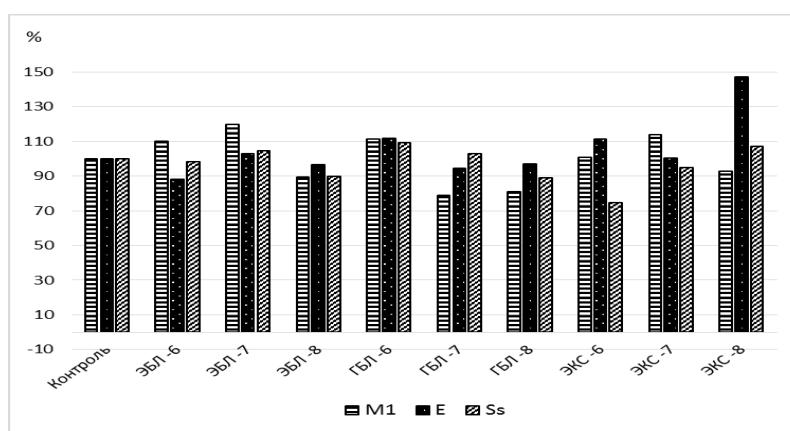


Рисунок 2 – Относительная урожайность семян

Анализ урожайности зеленой массы показал, что сорго по данному параметру превосходит подсолнечник, значения колеблются в пределах от 4,7588 т/га до 9,36 т/га для Ss; от 4,7588 т/га до 9,36 т/га для M1; от 3,39112 т/га до 7,0475 т/га для E; При этом выявлены тенденции к увеличению биомассы сорго при обработке ЭБЛ (10^{-6} и 10^{-7}), ГБЛ (10^{-6} и 10^{-8}) и ЭКС (10^{-8}).

Изучая влияние brassinosterоидов на различные фенотипические признаки исследуемых объектов в полевых условиях, приходим к выводу, что обработка ЭБЛ в концентрации 10^{-7} и ГБЛ в концентрации 10^{-6} усиливали рост как вегетативных так и генеративных органов у трех исследованных культиваров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khripach, N.B. New practical aspects of brassinosteroids and results of their ten-year agricultural use in Russia and Belarus / N.B. Khripach, V.N. Zhabinskii // *Brassinosteroids. Bioactivity and Crop Productivity*. Eds. S. Hayat, A. Ahmad. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher. – 2003. – P. 189–230.
2. Dinan, L. Ecdysteroid structure-activity relationships / L. Dinan // *Studies in Natural Products Chemistry*. – 2003. – Vol. 29. – P. 3-71.
3. Phenotypic seedling responses of a metal-tolerant mutant line of sunflower growing on a Cu-contaminated soil series: potential uses for biomonitoring of Cu exposure and phytoremediation / A. Kolbas [et al.] // *Plant and Soil*. – 2014. – № 376. – P. 377-397.
4. Zullo, M. Brassinosteroid phytohormones - structure, bioactivity and applications/ M. Zullo, G. Adam// *Instituto Agronômico, Centro de Recursos Genéticos Vegetais*. – 2002. – Vol. 144. – P. 181.

УДК 595.763/.768:632.752.2

А.И. АСТАПЕНКО

Минск, БГУ

Научный руководитель: О.В. Синчук, ассистент

КОКЦИНЕЛЛИДЫ – ЭНТОМОФАГИ АЛЫЧЕВОЙ ТЛИ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. МИНСКА

Подавляющее большинство из кокциnellид являются эффективными энтомофагами. Божьи коровки регулируют численность многих фитофагов: тлей, листоблошек, трипсов, червецов, щитовок, клещей; уничтожают яйца и гусениц чешуекрылых, листоедов и прочих фитофагов [1, 2]. Положительная роль кокциnellид, как энтомофагов различных видов вредителей широко используется в практике биологических методов контроля [3].

Большое внимание представителям семейства Coccinellidae уделяется в зеленых насаждениях, где они осуществляют контроль численности фитофагов наряду с целым рядом других энтомофагов [4, 5].

К опасным вредителям зеленых насаждений можно отнести различные виды дендрафильных тлей [6]. Среди них особое место занимают инвазивные виды, которые оказывают серьезное влияние на декоративные свойства растений и эстетическую ценность насаждений. Одним из таких видов является алычевая тля (*Brachycaudus divaricatae* Shaposhnikov, 1956), которая проникла на территорию Беларуси в первом десятилетии XXI в. и к настоящему времени распространена по всей территории страны [7].

Материалом для исследования послужили обследования зеленых насаждений г. Минска в течении полевого сезона 2017 г. Сбор фактического материала осуществлялся методом ручного сбора с колоний *B. divaricatae*. Полученные образцы этикетировались и идентифицировались с использованием специализированных определительных таблиц [8, 9]. Полученный материал коллектировался согласно классическим энтомологическим методам. Данные о полученных сборах вносились в объектоориентированную базу данных разработанную в LibreOffice Base.

По результатам исследования в условиях г. Минска *B. divaricatae* поедают двухточечная (*Adalia bipunctata* Linnaeus, 1758), десятиточечная (*Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758)), пятиточечная (*Coccinella quinquepunctata* Linnaeus, 1758), семиточечная (*Coccinellaseptempunctata* Linnaeus, 1758), четырнадцатипятнистая (*Calvia quatuordecimguttata* (Linnaeus, 1758)) и четырнадцатиточечная (*Propylea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758)) коровки. Наиболее часто на колониях алычевой тли в условиях г. Минска отмечается *A. bipunctata*.

Таким образом, в условиях г. Минска отмечается 6 видов кокциnellид, которые являются энтомофагами алычевой тли. Наиболее часто на колониях отмечается *A. bipunctata*, личинки и имаго которой в значительной степени влияют на развитие колоний инвазивной дендрофильной тли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семьянов, В.П. Интродукция кокциnellид / В.П. Семьянов // Защита растений. – 1974. – № 6. – С. 25.
2. Савойская, Г.И. Кокциnellиды (систематика, применение в борьбе с вредителями сельского хозяйства) / Г.И. Савойская. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 248 с.
3. Ижевский, С.С. Кокциnellиды / С.С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 2005. – № 2. – С. 65.
4. Петров, Д.Л. Структура сообщества энтомофагов *Eriosoma ulmi* (L.) на *Ulmus glabra* (Huds.) в условиях зеленых насаждений Беларуси / Д.Л. Петров // Труды Белорусского государственного университета. – 2014. – Т. 9, ч. 2. – С. 104–109.
5. Буга, С.В. Кокциnellиды (Coleoptera: Coccinellidae) в структуре комплексов маломобильных энтомофагов дендрофильных тлей (Stenomorrhyncha: Aphidoidea) / С.В. Буга, А.П. Колбас, О.В. Синчук // Труды Белорусского государственного университета. – 2016. – Т. 11., Ч. 2. – С. 359–367.
6. Буга, С.В. Структура и экологические основы формирования фауны дендрофильных тлей Беларуси: автореф. дисс. ... доктора биол. наук: 03.00.09, 03.00.16 / С.В. Буга, Ин-т зоологии НАН Беларуси. – Минск, 2002. – 41 с.
7. Буга, С.В. *Brachycaudus divaricatae* Shaposhnikov, 1956 / С.В. Буга, Д.Г. Жоров, Ф.В. Сауткин // Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А.В. Алехнович [и др.]; под ред. В.П. Семенченко. – Минск, 2016. – С. 70–71.
8. Определитель насекомых Европейской части СССР. Том II. Жесткокрылые и веерокрылые / под общ. ред. Г.С. Медведева – Наука: Москва-Ленинград, 1965. – 668 с.
9. Nedved, O. Ladybird Beetles (Coccinellidae) of Central Europe / O. Nedved. – Praha: Academia, 2015. – 308 p.

УДК 502.175:549.25/.29:556.5(476.2-21Гомель)

А.В. БАРДЮКОВА

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель: О.В. Ковалева, канд. биол. наук, доцент

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД г. ГОМЕЛЬ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Загрязнение природных вод поллютантами является актуальной экологической проблемой современности. Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением водоемов является загрязнение тяжелыми металлами. В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей среды, к тяжелым металлам относят более 40 металлов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. Важно отметить, данные элементы характеризуются высокой токсичностью для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способностью к биоаккумуляции и биомагнификации [1].

Поступление тяжелых металлов в водные объекты может быть обусловлено природными и антропогенными факторами. В первом случае элементы поступают в водоемы из естественных источников: горных пород, поверхностных слоев почвы, подземных вод и др. Во втором случае их поступление связано с хозяйственной деятельностью человека. В настоящее время химическое загрязнение поверхностных вод, связанное с поступлением тяжелых металлов, имеет преимущественно антропогенное происхождение. Наибольший вклад в загрязнение водных объектов тяжелыми металлами вносят сточные воды. В Республике Беларусь согласно данным Государственного водного кадастра, отражающего объемы сброса загрязняющих веществ, лидирующие позиции среди металлов занимают железо, цинк и медь. В 2016 г. объем металлов в составе сточных вод составил: железо общее – 272,13, цинк – 27,63, медь – 5,30, хром общий – 2,81, никель – 2,22, свинец – 0,62 тонн. Данные, отражающие количество сбрасываемых в составе сточных вод металлов, по областям республики существенно разнятся, что обусловлено специализациями отраслей хозяйства. Основные объемы загрязняющих веществ сосредоточены в областных центрах, лидером среди которых является г. Минск. На втором месте по количеству сброса ряда тяжелых металлов стоит г. Гомель, наибольшее количество предприятий которого относится к отраслям металлургии, металлообработки и машиностроения, что определяет специфический ряд приоритетных загрязнителей окружающей среды региона. Среди других

областных центров (за исключением г. Минск) г. Гомель занимает первое место по сбросу железа, цинка, никеля, хрома и свинца. В 2016 г. объем металлов в составе сточных вод г. Гомель, сбрасываемых в поверхностные водные объекты, составил: железо общее – 22,64, цинк – 5,28, медь – 0,35, хром общий – 0,354, свинец – 0,204, никель – 0,19 тонн [2].

Система канализации Гомеля предусматривает совместную очистку сточных вод промышленных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства на городских очистных сооружениях. Очистные сооружения города принимают сточные воды с концентрациями поллютантов, значительно превышающими нормируемые значения. Как следствие, в поверхностные водные объекты поступают недостаточно очищенные сточные воды, содержащие загрязняющие вещества сверх установленных нормативов.

Всего в 2016 г. в поверхностные водные объекты Гомеля было отведено 82,2 млн м³ сточных вод различной степени очистки (рисунок 1).

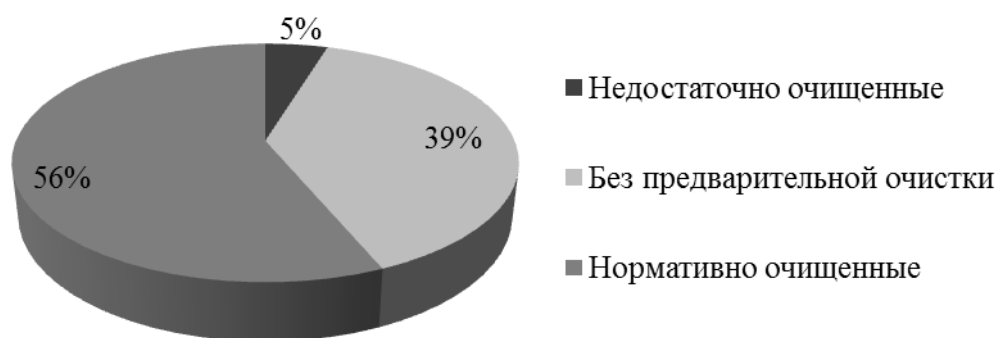


Рисунок 1 – Структура сточных вод, отведенных в поверхностные водные объекты г. Гомель в 2016 г.

Наибольшее антропогенное воздействие испытывает р. Уза, в связи с тем, что она является водоемом-приемником очищенных стоков с городских очистных сооружений. Согласно данным Национальной системы мониторинга окружающей среды в данном водотоке постоянно наблюдается превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ, в том числе, и тяжелых металлов. Экологическое состояние р. Уза отражается и на качестве основной водной артерии города – р. Сож, в которую она впадает в пределах городской черты. На графиках представлена многолетняя динамика среднегодовых концентраций железа общего, цинка и меди в р. Сож в пределах г. Гомель (рисунок 2).

В ходе проведения сравнительного анализа данных было выявлено, что в течение последних нескольких лет для г. Гомель характерна проблема превышения ПДК соединениями железа в воде р. Сож [3].

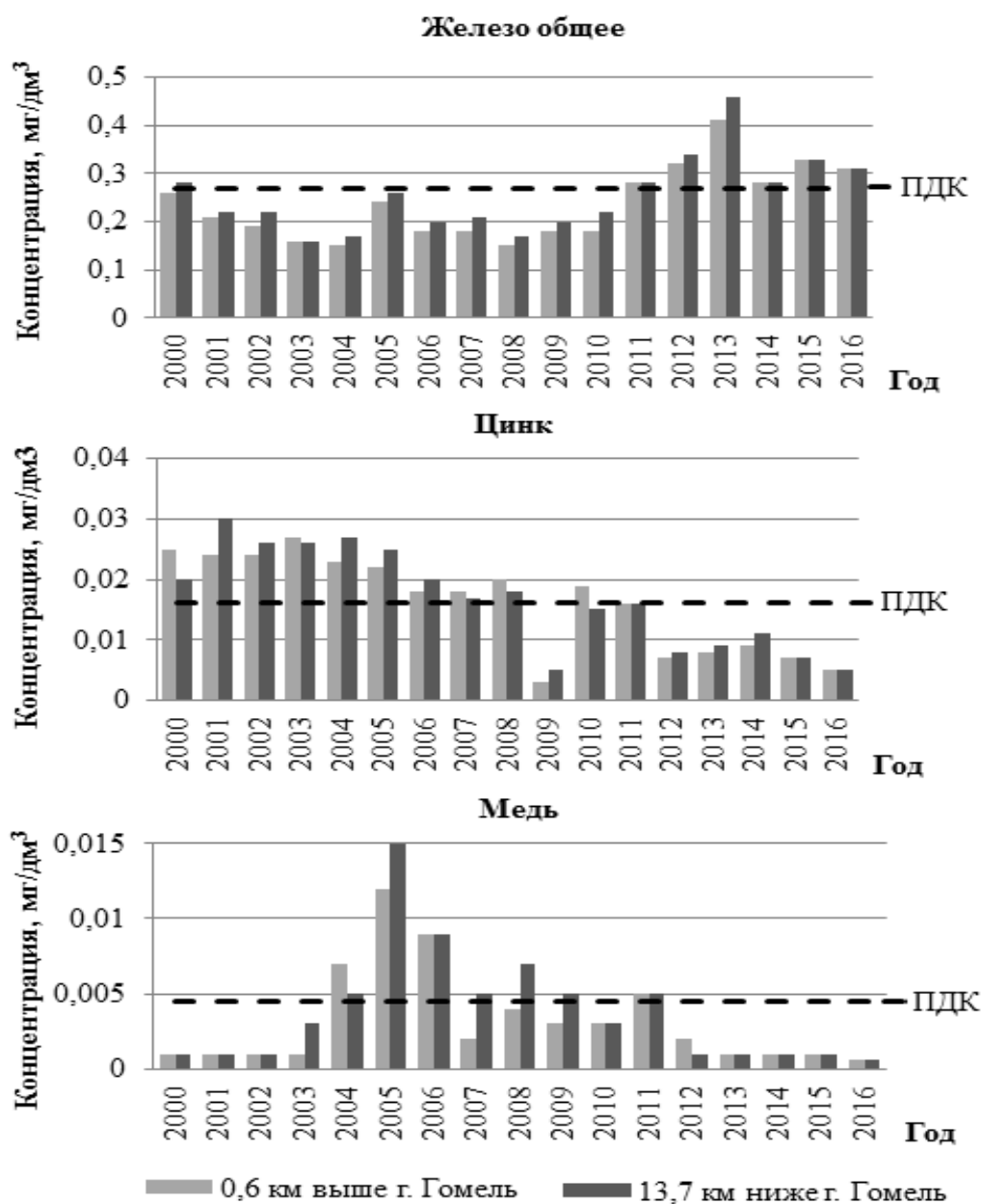


Рисунок 2 – Среднегодовые концентрации железа общего, цинка и меди в пунктах гидрохимических наблюдений на р. Сож в 2000–2016 гг.

Для более детального анализа был произведен расчет кратности превышения ПДК железом общим в воде Сожа в пределах Гомеля в 2011–2016 гг. Данные расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения кратности превышения ПДК железом общим в пунктах гидрохимических наблюдений на р. Сож в 2011–2016 гг.

Наименование пункта	Год					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
р. Сож 0,6 км выше г. Гомель	1,04	1,19	1,52	1,04	1,22	1,15
р. Сож 13,7 км ниже г. Гомель	1,04	1,26	1,70	1,04	1,22	1,15

Избыточное содержание железа в воде приводит к окрашиванию воды в бурый цвет, увеличивает мутность и вызывает появление осадка. Повышенные концентрации железа оказывают негативное влияние на водную флору и фауну. Осаждение хлопьев гидроксида железа или снижение в воде кислорода, потребляемого на окисление закисного железа, приводит к механическим повреждениям и асфиксии рыб и икры. В кислой среде ионы железа проникают в ткани гидробионтов и действуют как токсины. Более токсичны для рыб сернокислое и двуххлористое железо, чем его окись и хлорное железо. При длительном воздействии низких концентраций железа понижается резистентность рыб к сапролегниозу [4].

Таким образом, загрязнение р. Сож соединениями железа является актуальной экологической проблемой региона. Для минимизации негативного воздействия данного поллютанта на водные объекты, необходимо усовершенствование и разработка новых методов очистки сточных вод от его соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теплая, Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) / Г.А. Теплая // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 1 (23). – С. 182–192.
2. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2016 год) / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ, Министерство здравоохранения РБ, РУП «ЦНИИКИВР». – Минск, 2017. – 172 с.
3. Государственный водный кадастр (временные ряды сводных данных) [Электронный ресурс] / РУП «ЦНИИКИВР». – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://www.cricuwr.by>. – Дата доступа: 19.01.2018.
4. Бикташева, Ф.Х. Оценка риска по тяжелым металлам в организме представителей ихтиофауны озера Асылыкуль / Ф.Х. Бикташева // Известия ОГАУ. – 2009. – № 24-1. – С. 184–186.

УДК 502.175:502.3(476.2-21ГОМЕЛЬ)

А.С. БАСОВИЧ

Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины

Научный руководитель: О.В. Ковалева, канд. биол. наук, доцент

**ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ ОКИСИ УГЛЕРОДА В
АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ С ВЫБРОСАМИ
АВТОТРАНСПОРТА НА УЛИЦАХ ЧАСТНОГО СЕКТОРА
Г. ГОМЕЛЬ**

Существенной составляющей загрязнения воздушной среды городов, особенно крупных, являются выхлопные газы автотранспорта, которые в ряде столиц мира, крупных административных центрах, городах-курортах составляют до 80 и более процентов от общих выбросов в атмосферу. Известно, что автотранспорт выбрасывает в воздушную среду более 200 компонентов, среди которых угарный газ, углекислый газ, окислы азота и серы, альдегиды, свинец, кадмий и канцерогенная группа углеводородов (бензопирен и бензоантроцен). Цель данной работы состояла в оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха на территории частных жилых построек г. Гомель отработанными газами автотранспорта по концентрации окиси углерода (II).

Исследования проведены в период сентябрь 2017 г. – январь 2018 г. на 9 улицах секторов частной застройки города с высокой, средней и низкой интенсивностью движения. Сбор материала по загруженности улиц автотранспортом проводился с замерами в 7.30 и 18 часов. На каждой точке наблюдений производилась оценка улицы. Определяли тип улицы, уклон, наличие или отсутствие защитной полосы деревьев, наличие перекрестков, светофоров, участков, где автомобиль вынужден сбрасывать скорость, а также влажность воздуха, скорость ветра, интенсивность движения, состав транспортного потока, коэффициент токсичности автомобилей и др. Расчеты проводили согласно методике, предложенной в практикуме [1]. Все исследованные улицы были разделены на 3 группы:

– 1 группа (с низкой интенсивностью движения): улицы Ватутина, Госпитальная, 1-ая Линейная;

– 2 группа (со средней интенсивностью движения): улицы Котовского, Джураева, Озерная;

– 1 группа (с низкой интенсивностью движения): улицы Б. Хмельницкого, Крупской, Бочкина.

Установлено, что концентрации окиси углерода (II) в атмосферном воздухе на улицах с низкой интенсивностью движения составляли 0,93-

1,87 мг/м³ (рисунок 1). При этом, предельно допустимые концентрации вещества в атмосферном воздухе составляют: максимально разовая – 5,00 мг/м³, среднесуточная – 3 мг/м³, то есть, превышения концентраций не зарегистрированы. Наименьшие значения отмечены как для группы улиц с низкой интенсивностью движения, так и в целом для всех исследованных, на ул. 1-ая Линейная.

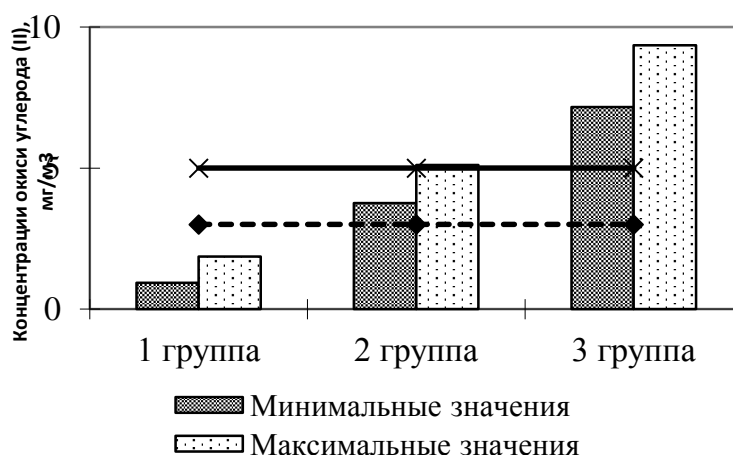


Рисунок 1 – Средние величины концентраций окиси углерода (II) в атмосферном воздухе исследованных улиц

На улицах со средней интенсивностью движения рассчитанные средние концентрации окиси углерода (II) в атмосферном воздухе составляли 3,76-5,11 мг/м³, превышая ПДК_{мр} до 1,02 и ПДК_{сс} в 1,25-1,7 раза. Наименьшие величины концентраций угарного газа в данной группе улиц установлены для ул. Джураева.

Улицы с высокой интенсивностью движения характеризуются полученными средними концентрациями окиси углерода (II) в пределах 7,16-9,35 мг/м³, то есть, имеет место превышение ПДК_{мр} в 1,43-1,87 и ПДК_{сс} в 2,37-3,17 раза. Наименьшие расчетные концентрации окиси углерода (II) в атмосферном воздухе в этой группе улиц получены для ул. Бочкина.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта по концентрации угарного газа увеличивается в вечернее время, что связано с возрастанием интенсивности движения. Рост среднесуточных концентраций окиси углерода наблюдается также при повышении влажности воздуха, низкой скорости ветра или его отсутствии, преобладании в транспортном потоке общественного и грузового транспорта, наличии светофоров, пересечений улиц, пешеходных переходов.

Установлено также, что автотранспортом на малом ходу, при низких оборотах двигателя, остановках перед светофорами, на перекрестках и т.д. в атмосферный воздух выбрасывается большее количество токсичных веществ, что согласуется с литературными данными. Некоторые авторы отмечают, что на небольшой скорости бензиновый двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05 % углеводородов (от общего выброса), а на малом ходу – 0,98 %, окиси углерода соответственно – 5,1 % и 13,8 %. Подсчитано, что среднегодовой пробег каждого автомобиля 15 тыс. км. В среднем за это время он обедняет атмосферу на 4350 кг кислорода и обогащает ее на 3250 кг углекислого газа, 530 кг окиси углерода, 93 кг углеводородов и 7 кг окислов азота [2].

Большое количество оксида углерода при попадании в кровь уменьшает приток кислорода к тканям, повышает количество сахара в крови, ослабляет подачу кислорода к сердцу. У здоровых людей этот эффект проявляется в уменьшении способности выносить физические нагрузки. У людей с хроническими болезнями сердца он может воздействовать на всю жизнедеятельность организма [3].

На некоторых исследованных участках улиц (Крупской, Б. Хмельницкого) расстояние от бордюров до жилых домов составляет от 2 до 5 м, поэтому загрязняющие вещества попадают на дома, дворовую территорию и огороды граждан, пагубно влияя на растительность и здоровье человека. Проблема этих участков улиц в том, что нет возможности посадки деревьев и кустарников вдоль дороги, которые снижали бы риск попадания загрязняющих веществ на частную территорию граждан. Выходом из ситуации могут послужить глухие стены (без окон), выходящие на проезжую часть, а также заборы высотой от 2 м и более вдоль магистралей.

Проведенные исследования показывают, что на улицах с высокой интенсивностью движения концентрации окиси углерода (II) в атмосферном воздухе значительно возрастают по сравнению с таковыми на улицах с низкой и средней интенсивностью транспортного потока. При этом, превышения ПДК достигают 3,17 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экология. Сборник задач, упражнений и примеров: учеб. пособие для вузов / Под ред. О.Г. Воробьева, Н.И. Николайкина. – М.: Дрофа, 2006. – 508 с.
2. Тимофеева, С.С. Ноксология. Практикум / С.С. Тимофеева. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. –175 с.
3. Безуглая, Э.Ю. Воздух городов и его изменения / Э.Ю. Безуглая, И.В. Смирнова. – СПб.: Астерион, 2008. – 254 с.

УДК 581.19; 581.14

С.А. БОРМА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Ю.В. Кирисюк, преподаватель

ВЛИЯНИЕ МИКРОЧАСТИЦ МЕДИ НА МОРФОЛОГИЮ КОРНЕВЫХ ВОЛОСКОВ ПШЕНИЦЫ

В настоящее время интенсивно ведутся исследования биологической активности металлических частиц разного размера в связи с их широким применением в различных сферах деятельности. Медь обладает антибактериальными и противогрибковыми свойствами, поэтому используется в медицине (антисептики), противогрибковых покрытиях, а также в сельском хозяйстве (входит в состав пестицидов и фунгицидов). Также немаловажную роль выполняет медь в растительных системах, участвуя в ферментативных окислительно-восстановительных реакциях. Однако, несмотря на множество положительных моментов, остается открытым вопрос об активности металлической меди в микроформе на растительные клетки. Установлено, что главным защитным механизмом растений при влиянии различных факторов является запрограммированная клеточная гибель (ЗКГ). Понимание морфологических механизмов ЗКГ необходимо при исследовании и создании различных средств контроля и стимуляции стрессоустойчивости растений. Известно, что наиболее чувствительны к недостатку меди зерновые культуры, а именно пшеница. В связи с этим актуальным является проведение исследований биологической активности микрочастиц меди на примере пшеницы.

Цель работы – исследовать морфологические изменения корневых волосков пшеницы, вызываемых микрочастицами меди в концентрации.

Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А.С. Пушкина с использованием световой микроскопии. Объектом исследования выступали корневые волоски трехдневных проростков яровой пшеницы сорта Дарья. Контролем служил базовый раствор солей 0,1 мМ KCl и 0,1 мМ CaCl₂ (2 мМ Tris /4 мМ Mes), в опытных вариантах к нему добавлялись суспензии медных микрочастиц (балк) размером <75 мкм в концентрации 1 и 5 мг/л. Суспензии балк-частиц предварительно подвергались обработке ультразвуком в течение 15 мин. Время обработки корней пшеницы в растворах, содержащих балк-частицы, составляло 24 часа, после чего корни исследовались на предмет появления типичных для ЗКГ симптомов: отделение плазматической мембраны от клеточной стенки в сторону основания корневого волоска, потем-

нение, образование темных телец. Для каждого варианта опыта подсчет относительного количества корневых волосков с симптомами ЗКГ велся в 3-5 независимых выборках, каждая группа – 50 клеток. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы MS Excel 2007. Достоверность определялась с помощью t-критерия Стьюдента.

Анализ полученных результатов показал, что доля клеток с симптомами ЗКГ в варианте опыта с балк-частицами в концентрации 5 мг/л увеличивалась в 1,6 раз по сравнению с контролем (достоверно $p \leq 0,01$). Обработка корней растворами, содержащими 1 мг/л балк-частиц не вызывало значительных изменений морфологии корневых волосков пшеницы, что статистически недостоверно (рисунок 1).

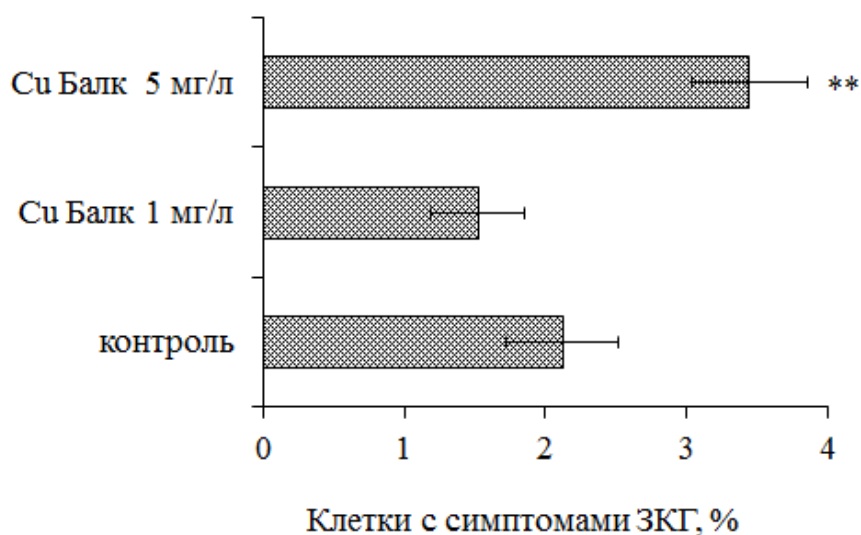


Рисунок 1 – Доля корневых волосков *Triticum aestivum* L. с симптомами ЗКГ при инкубировании растений в растворах, содержащих 1 и 5 мг/л медного балка (Cu Балк)

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что при 24-часовой экспозиции наблюдается статистически достоверное увеличение количества корневых волосков пшеницы с симптомами запрограммированной клеточной гибели при содержании микрочастиц меди в среде, начиная с 5 мг/л.

Исследование выполнено при финансовой поддержке БРФФИ и Минобразования РБ (№ ГР 20163145).

УДК 502.175:502.3(476.2)

И.Д. БОРОВЦОВ

Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины

Научный руководитель: О.В. Ковалева, канд. биол. наук, доцент

СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Атмосферный воздух – жизненно важный компонент окружающей природной среды. Регулярное исследование состава атмосферного воздуха свидетельствует о том, что постоянное антропогенное воздействие изменяет состав атмосферного воздуха, способствуя, тем самым, возникновению болезней органов дыхания. Объектом нашего исследования стало состояние атмосферного воздуха Гомельской области. В основу работы положены материалы 2010-2016 гг.

В 2016 г. валовый выброс вредных веществ в атмосферу от стационарных источников составил 104,6 тыс. т (147 кг на душу населения), что на 5 % больше по сравнению с 2015 г. По сравнению с Могилёвской областью, где происходит постепенное снижение выбросов, в Гомельской области снижение наблюдается периодически (таблица 1). Несмотря на нерегулярное и непостоянное снижение общего количества загрязняющих веществ, было обнаружено, что за пятилетний период выбросы тяжелых металлов сократились на 35-48 % (с 2011-2016 гг.) [1].

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферных воздух на территории Гомельской области

Годы	Всего, тыс. т	От стационарных источников, тыс. т	От мобильных источников, тыс. т	Доля мобильных источников, %
2010	82,9	27,44	55,46	66,9
2011	85,4	24,09	61,31	61,3
2012	95,5	16,81	78,69	82,4
2013	102,7	9,76	92,94	90,5
2014	101,6	9,86	91,74	90,3
2015	99,6	14,85	84,75	88,1
2016	104,6	34,33	70,27	67,2

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются автотранспорт, деревообрабатывающая, нефтеперерабатывающая, химическая, целлюлозно-бумажная промышленность, а также производ-

ства минеральных удобрений, теплоэнергетики, машиностроение и станкостроение, предприятия лесной и электротехнической промышленности.

В структуре выбросов от мобильных источников преобладают оксида углерода (около 64 %), на втором месте (более 21 %) – углеводороды, далее следует диоксид азота (11 %) и сажа (4 %) (рисунок 1, а).

Состав выбросов от стационарных источников сильно отличается от мобильных. Наблюдается преобладание (более 34 %) углеводородов, на втором месте – диоксид серы (более 20 %), на третьем – оксид углерода (15 %), на четвертом – диоксид азота (почти 10 %). За ними следуют твердые, неметановые летучие органические соединения (рисунок 1, б).

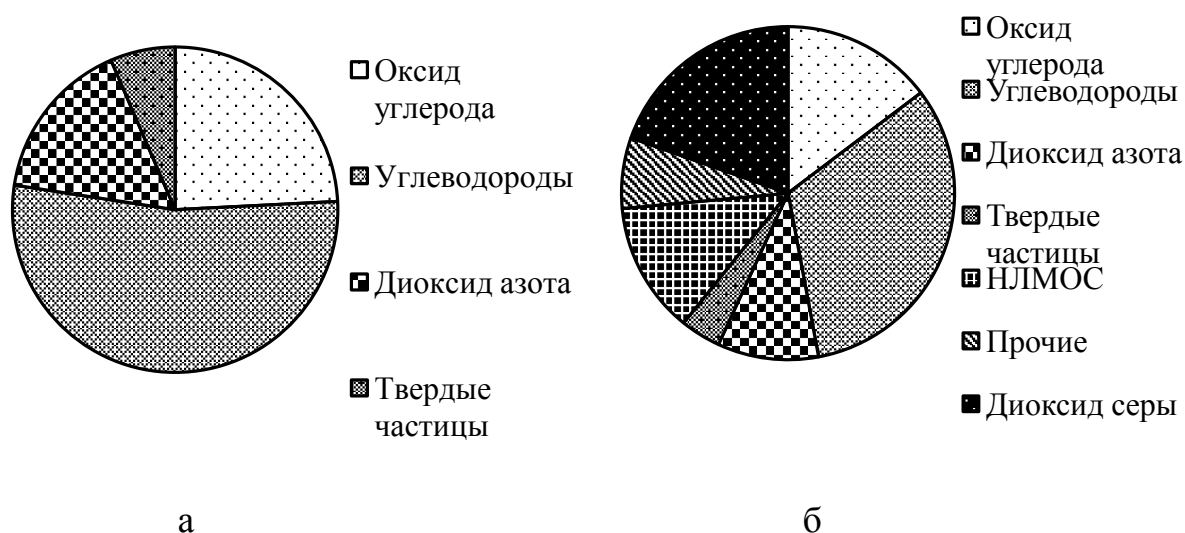


Рисунок 1 – Состав загрязняющих веществ (в %), поступающих в атмосферный воздух от мобильных (а) и стационарных (б) источников

Уровень суммарного загрязнения атмосферного воздуха в Гомельской области оценивается как «умеренный» (III степень загрязнения). В летние дни при соответствующем направлении ветра на станцию наблюдения – как «сильный» (IV степень загрязнения).

Из-за того, что качество атмосферного воздуха влияет на показатели заболеваемости органов дыхания, нами была сделана попытка установить, каким образом тенденция к улучшению качества воздуха области повлияла на этот вид заболеваемости населения. Однако, однозначные выводы делать преждевременно. Установлено, что на фоне умеренного загрязнения воздуха происходит рост заболеваемости органов дыхания. За 2016 г. на 1000 человек приходится 52 % с заболеванием органов дыхания. Причем, заболеваемость среди взрослого населения составляет 33,0 %, среди детского – 75,5 % подростков [2].

В целом, установлено, что для атмосферного воздуха на территории Гомельской области характерен умеренный (реже – сильный) уровень загрязнения. Мы планируем продолжение исследования с целью выявления связи между качеством атмосферного воздуха и заболеваемостью органов дыхания взрослого и детского населения области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистический ежегодник Гомельской области, 2017. – Гомель, 2017. – 462 с.
2. Здоровье населения и окружающая среда на территории Гомельской области в 2016 году. – Гомель, 2017. – 67 с.

УДК 504.054

И.А. БРУЕВИЧ

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель: Г.Л. Осипенко, старший преподаватель

АНТОРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН БЕЛАРУСИ

В 2015 г. по форме 1-воздух (Минприроды) в Беларуси отчиталось 2351 предприятие, что на 19 (или на 0,8 %) больше, чем в 2014 г. Начиная с 2011 г. сохраняется тенденция к росту количества организаций, предоставляющих отчетность о выбросах загрязняющих веществ. Как и в предыдущие годы, отчетность в 2015 г. предоставлялась преимущественно по организованным источникам, доля которых составила 80,6 %.

Согласно данным статистической отчетности, в 2015 г. стационарными источниками в атмосферный воздух выброшено 458,3 тыс. т загрязняющих веществ, что на 4,5 тыс. т (или на 1 %) меньше, чем в 2014 г. В предыдущие 2012 – 2014 гг. в отличие от 2015 г. наблюдался рост количества выбросов от стационарных источников в Беларуси.

На урбанизированных территориях размещено 58 % (по количеству) стационарных источников, выбрасывающих 42,7 % загрязняющих веществ. Для таких городов, как Барановичи, Витебск, Полоцк, Гомель, Жлобин, Светлогорск, Гродно, Скидель, Сморгонь, Минск, Борисов, Городея, Жодино, Слуцк, Молодечно, Бобруйск, Костюковичи, в 2015 г. отмечено сокращение выбросов от стационарных источников по сравнению с 2014 г. как суммарно, так и по отдельным загрязняющим веществам. Наиболее существенным данное сокращение было в Минске (на 3,2 тыс. т), Гомеле (на 1,5 тыс. т), Жлобине (на 1,4 тыс. т), Борисове (на 1,0 тыс. т), Бобруйске (на 1,0 тыс. т).

Урбанизированные (города) и прочие (вне городов) территории различаются по структуре выбросов загрязняющих веществ. На урбанизированных территориях выбросы от стационарных источников по отдельным загрязняющим веществам распределены более-менее равномерно: доля преобладающего вещества, оксида углерода, составляет около 24,5 % суммарного объема выбросов, на долю других веществ приходится от 2 % до 20 %. В то же время на прочих территориях преобладают выбросы углеводородов, которые составляют 55 % суммарного объема выбросов стационарных источников вне городов и городских поселков, на долю каждого из

других загрязняющих веществ на прочих территориях приходится от 5 % до 14 % выбросов [1,2].

По результатам стационарных наблюдений в 2015 г. состояние атмосферного воздуха в большинстве контролируемых городов Беларуси оценивалось как стабильно хорошее.

Уровень загрязнения воздуха бензолом, свинцом и кадмием существенно ниже ПДК. В периоды с неблагоприятными для рассеивания метеоусловиями кратковременные превышения нормативов качества по углерода оксиду и азота диоксиду зарегистрированы в Бресте, Минске, Могилеве, Новополоцке, Полоцке и Гомеле [1].

Вместе с тем, данные непрерывных измерений на автоматических станциях показали, что в некоторых районах Минска (ул. Радиальная), Могилева (пер. Крупской) и Гомеля (ул. Барыкина) превышен целевой показатель качества атмосферного воздуха по ТЧ₁₀. В периоды с дефицитом осадков максимальные среднесуточные концентрации ТЧ₁₀ в воздухе Гомеля и Минска достигали 3 – 4 ПДК. В Могилеве по-прежнему существует проблема загрязнения воздуха азота диоксидом, в Новополоцке – серы диоксидом. При неблагоприятных метеоусловиях в воздухе городов фиксировались концентрации в 2,0 – 2,7 раза выше предельно допустимых.

Оценка выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников за 2015 г. выполнена Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды с использованием удельных показателей выбросов на единицу использованного топлива по обобщенным группам транспортных средств (бензиновые, дизельные, автомобили на сжатом газе, на сжиженном газе) и экологическим классам, а также данных об объемах топлива, израсходованного на работу транспорта.

Согласно проведенным расчетам, в 2015 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников на территории Республики Беларусь составил 800,6 тыс. т, в том числе 526,9 тыс. т (65,8 %) углерода оксида, 164,5 тыс. т (20,5 %) углеводородов.

Доля остальных загрязняющих веществ в общем объеме выбросов была менее значительной: азота оксиды – 10,6 %, твердые вещества – 3,0 %, серы диоксид – 0,01 %.

Наибольшее количество загрязняющих веществ, как и в предыдущие годы, было выброшено мобильными источниками в Минской области и городе Минск (179,7 и 126,1 тыс. т соответственно), наименьшее – в Могилевской области (78,3 тыс. т). По сравнению с 2014 г. общий объем выбросов в 2015 г. сократился на 80,2 тыс. т (9,1 %). Валовое сокращение выбросов от мобильных источников произошло за счет сокращения выбросов всех загрязняющих веществ: оксида углерода – на 49,6 тыс. т, углеводоро-

дов – на 17,5 тыс. т, оксидов азота – на 10,0 тыс. т, твердых веществ – на 3,1 тыс. т, диоксида серы – на 0,1 тыс. т [1, 2].

Для отдельных областей Беларуси в 2015 г. было характерно сокращение как общего объема выбросов от мобильных источников, так и выбросов отдельных загрязняющих веществ. Исключение составила Минская область, где отмечено увеличение выбросов оксида углерода на 0,1 тыс. т на фоне сокращения общего объема выбросов на 2,1 тыс. т.

Наибольшее сокращение общего объема выбросов от мобильных источников в 2015 г. по сравнению с предыдущим годом характерно для Минска (31,6 тыс. т или 20 %). В Витебской области выбросы от данной категории источников сократились на 13,6 тыс. т (12,4 %), в Брестской – на 11,5 тыс. т (9 %), Гродненской – на 9,6 тыс. т (8,9 %), Гомельской – на 7,7 тыс. т (6,8 %), Могилевской – на 4,1 тыс. т (5,0 %) и в Минской области – на 2,1 тыс. т (1,2 %) [1].

Для отдельных областей Беларуси в 2015 г. было характерно сокращение как общего объема выбросов от мобильных источников, так и выбросов отдельных загрязняющих веществ. Исключение составила Минская область, где отмечено увеличение выбросов оксида углерода на 0,1 тыс. т на фоне сокращения общего объема выбросов на 2,1 тыс. т.

Наибольшее сокращение общего объема выбросов от мобильных источников в 2015 г. по сравнению с предыдущим годом характерно для Минска (31,6 тыс. т или 20 %). В Витебской области выбросы от данной категории источников сократились на 13,6 тыс. т (12,4 %), в Брестской – на 11,5 тыс. т (9 %), Гродненской – на 9,6 тыс. т (8,9 %), Гомельской – на 7,7 тыс. т (6,8 %), Могилевской – на 4,1 тыс. т (5,0 %) и в Минской области – на 2,1 тыс. т (1,2 %) [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2015 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2016. – 323 с.
2. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2014 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2015. – 347 с.

УДК 595.773.4 (476)

М.В. ВОЛОСАЧ

Минск, БГУ

Научный руководитель: С.В. Буга, доктор биол. наук, профессор

**ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК
БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.)
ЛИЧИНКАМИ МИНИРУЮЩЕЙ МУХИ *AGROMYZA
ALNIBETULAE* HENDEL, 1931 (DIPTERA: AGROMYZIDAE)**

Береза повислая (*Betula pendula* Roth) – листопадное дерево, до 30 м высотой, широко применяющееся в городском озеленении. Это одна из самых распространенных древесных лиственных пород, в Беларуси присутствует в зеленых насаждениях повсеместно. Она устойчива к антропогенной нагрузке, морозостойка и неприхотлива, способна расти на бедных почвах [1]. В Беларуси произрастает в групповых посадках в скверах, парках, защитных полосах, линейных уличных посадках.

B. pendula значительно повреждается березовой минирующей мухой (*Agromyza alnibetulae* Hendel, 1931 (Diptera: Agromyzidae)). *A. alnibetulae* – один из самых массовых видов агромизид-минеров, фоновый для Беларуси. Повреждает аборигенные березы: повислую (*B. pendula*) и пушистую (*Betula pubescens* Ehrh.), регистрации на *Alnus* sp. считаются недостоверными [2]. Данный вид отнесен [3] к числу вредителей леса. Личинки *A. alnibetulae* развиваются в минах на верхней стороне листьев. Мины светлые, узкие, иногда значительно расширяющиеся на конце, извилистые, проходящие по всей верхней поверхности, длиной до 12 см [4, 5]; листовая пластинка, особенно у молодых листьев, часто деформируется. Бивольтинный вид, мины регистрируются с июня по ноябрь [5], точные данные относительно количества генераций и сроков лета имаго для фауны Беларуси неизвестны. Окукливание происходит вне мины, выходное отверстие в верхнем эпидермисе [4, 6]. Распространен в Европе от Норвегии до Италии, и от Ирландии до Румынии [4].

В работе были использованы сборы поврежденных листовых пластинок, полученные за полевой сезон 2017 г. (с 12.07.2017 по 9.08.2017) в двух районах исследования, расположенных на территории Минской (Памятник природы республиканского значения «Дубрава» – 27 образцов поврежденных листовых пластинок) и Витебской (Парк им. Советской армии – 12 образцов) областей. Сбор листьев проводился в нижнем ярусе крон берез. Обработку собранного материала осуществляли в соответствии

с общепринятыми методиками гербаризации [7]. При работе использовались материалы специализированных интернет-баз [4–6].

Для получения изображений листовых пластинок осуществляли сканирование с помощью многофункционального устройства Canon Pixma MG5640 (разрешение 300 dpi). Для определения площади мин использовали графический редактор ImageJ [8]. Статистическая обработка данных проводилась средствами стандартного табличного процессора. Ниже приведены средние значения (x_{cp}) со стандартной ошибкой ($\pm SE$); Me – медиана выборки.

Абсолютная заселенность березы повислой минером в насаждениях в районах исследования составляла 8 и 10% для Минска и Витебска, соответственно. Из полученных результатов видно, что площадь мин на простом листе колебалась в пределах от 0,01 см² до 4 см². Средняя площадь единичного повреждения, сформированного личинкой *A. alnibetulae*, составляла 1,38±0,17 (Me=1,32) см² – в условиях насаждений Минской и 1,75±0,24 (Me=1,95) см² – Витебской областей (рисунок 1). Как правило, на листовой пластинке находилась одиночная мина березовой минирующей мухи, иногда формирующая пятновидное расширение на конце. В редких случаях регистрировалось одновременное заселение листовой пластинки другими дендрофильными минерами-филлобионтами из отрядов Hymenoptera и Coleoptera.

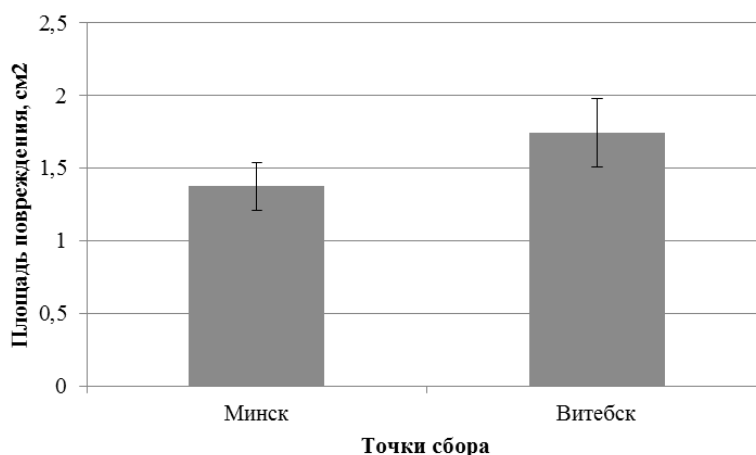


Рисунок 1 – Площадь отдельных мин березовой минирующей мухи *A. alnibetulae* на листовых пластинках *B. pendula* Roth. в условиях г. Минска и г. Витебска

Средний процент поврежденности листовых пластинок (отношение суммы площадей мин на листовой пластинке к общей площади листа) составил 10,30 % для Минска и 14,31 % – для Витебска. Для проведения оценки однородности либо неоднородности двух выборок листьев по признаку поврежденности листовых пластинок использовался коэффициент

вариации. Анализ показал большой разброс данных для обеих выборок (69,99 % для данных Минска и 69,79 % – Витебска). Данные показатели свидетельствуют о наличии двух различных генераций, что указывает на бивольтинность данного вида в условиях Беларуси.

Степень повреждения филлофагами листовой пластинки может зависеть от многих факторов: густоты и состава древостоя, его возраста, температуры окружающей среды, общего состояния древостоя (ослабленности вследствие антропогенного воздействия) и других факторов [9]. *A. alnibetulae* предпочитает заселять молодые листья, что обычно приводит к их сильной деформации и иногда к усыханию. К концу вегетационного периода нами наблюдался относительно высокий процент поврежденности листьев минером, причем в г. Витебске данный показатель был несколько выше, также как и средняя площадь мин на листовой пластинке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Atkinson, M.D. *Betula pendula* Roth. (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. / M.D. Atkinson / Journal of Ecology. – 1992. – Vol. 80, n. 4. – P. 837–870.
2. Spencer, K.A. The Agromyzidae of Canada and Alaska (Diptera). – Memoirs of the entomological Society of Canada. – 1969. – Vol. 64. – 311 p.
3. Сем. Agromyzidae – Минирующие мушки, или минеры / Е.Н. Павловский [гл. ред.] // Вредители леса. Справочник. – М.-Л., 1955. – С. 416–420.
4. Bladmineerders van Europa [Electronic resource] / Ellis, W.N. Zoölogisch. – Museum Amsterdam. Nijmegen, 2007. – Mode of access: <http://www.bladmineerders.nl>. – Date of access: 5.04.2017.
5. British Leafminers [Electronic resource] / Edmunds, R. [et al.]. – London, 2003. – Mode of access: <http://www.leafmines.co.uk>. – Date of access: 5.04.2017.
6. UK Fly Mines [Electronic resource] / Pitkin, B. [et al.]. – 2018. – Mode of access: <http://www.ukflymines.co.uk>. – Date of access: 5.04.2017.
7. Гербарное дело: справочное руководство: русское издание / под ред. Д. Гельтмана. – Кью: Королев. ботан. сад, 1995. – 341 с.
8. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений: учеб. материалы / О. В. Синчук [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.
9. Колтунов, Е.В. Механизмы и факторы энтоморезистентности древостоев / Е.В. Колтунов // [Электронный ресурс] / Е.В. Колтунов. – Режим доступа: <http://insects.botgard.uran.ru>. – Дата доступа: 25.04.2018.

УДК 591.65:632.7 (476)

Е.И. ГЛЯКОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ им. Янки Купалы

Научный руководитель: А.В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

ИНВАЗИВНЫЕ ВИДЫ ФИТОФАГОВ – ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ХАРАКТЕР ИХ ВРЕДНОСТИ В УСЛОВИЯХ ГРОДНЕНСКОГО ПОНЕМАНЯ

Многие беспозвоночные-фитофаги являются опасными вредителями культивируемых и хозяйственно-ценных растений, поэтому исследование данной группы вредителей представляет огромный практический интерес [1]. В последние годы в Республике Беларусь большое внимание уделяется поведению порядка на земле. Зеленые насаждения населенных пунктов имеют важное архитектурно-планировочное значение, несут средообразующую и эстетическую функцию [2]. Существенную роль выполняют также линейные посадки вдоль транспортных путей. Это заставляет уделять более пристальное внимание фитосанитарному состоянию данного типа насаждений. Даже незначительная потеря растениями декоративности в результате деятельности фитофагов, как правило, носит стойкий характер и не может быть компенсирована в течение текущего вегетационного сезона.

Среди членистоногих-фитофагов, широко представленных в зеленых насаждениях и повреждающих широкий спектр произрастающих там растений, присутствуют как аборигенные, так и чужеродные для региональной фауны виды. Поэтому проблема исследований последствий неконтролируемого вселения таких видов актуальна и для нашей страны [3–5]. Важность изучения и прогнозирования инвазионных процессов для территории Гродненского Понеманья связана с тем, что оно является одним из основных коридоров проникновения чужеродных видов и потенциально возможных инвазий.

Целью настоящей работы было рассмотрение таксономического состава основных видов инвазивных фитофагов – вредителей зеленых насаждений в условиях Гродненского Понеманья, а также характера их вредности, включая оценку ее уровня и фиксацию основных периодов нанесения вреда, как это ранее было сделано, например, для дендрофильных тлей Беларуси [6–9].

Уровень вредности отдельных инвазивных видов членистоногих-фитофагов (таблица) варьирует от низкого (например, для большой

караганной тли (*Acyrtosiphon caraganae* (Cholodkovsky, 1907)) до очень высокого (каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986)).

Таблица – Видовой состав и характер вредоносности инвазивных видов фитофагов зеленых насаждений в условиях Гродненского Полеманья

Фитофаги	Основные (по значимости) повреждаемые растения	Основной период нанесения вреда	Уровень вредоносности*
<i>Aceria cephalonea</i> (Nalepa, 1922)	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	VI–IX	++
<i>Aceria erinea</i> (Nalepa, 1891)	<i>Juglans regia</i> L.	V–IX	+++
<i>Aceria pseudoplatani</i> (Corti, 1905)	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	VI–IX	+++
<i>Aculus hippocastani</i> (Fockeu, 1890)	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	V–X	++
<i>Acyrtosiphon caraganae</i> (Cholodkovsky, 1907)	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	VII	+
<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	VI–VIII	+++
<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimič, 1986	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	V–X	++++
<i>Cryptomyzus ribis</i> Linnaeus 1758	<i>Ribes rubrum</i> L.	V–VI	++
<i>Cholodkovskya viridana</i> (Cholodkovsky, 1896)	<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	V–VIII	++
<i>Drepanosiphum platanoidis</i> Schrank, 1801	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	VII–VIII	++
<i>Eriophyes exilis</i> (Nalepa, 1892)	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	VI–IX	++
<i>Hinatara recta</i> (Thomson, 1871)	<i>Acer platanoides</i> L.	VI–IX	+++
<i>Myzus ligustri</i> (Mosley, 1841)	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	VI–VIII	++
<i>Nematus tibialis</i> Newman, 1837	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	VII–IX	++
<i>Obolodiplosis robiniae</i> (Haldeman, 1847)	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	VI–X	+++
<i>Parthenolecanium fletcheri</i> (Cockerell, 1893)	<i>Thuja occidentalis</i> L.	VI–VIII	++
<i>Pemphigus spyrothecae</i> Passerini, 1856	<i>Populus pyramidalis</i> Rozier	VI–IX	+++
<i>Psylla buxi</i> Linnaeus, 1758	<i>Buxus sempervirens</i> L.	VI–IX	++
<i>Phyllonorycter issikii</i> (Kumata, 1963)	<i>Tilia cordata</i> Mill.	V–IX	+++
<i>Phyllonorycter robiniella</i> (Clemens, 1859)	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	VII–XI	++++
<i>Vasates quadripedes</i> Shimer, 1869	<i>Acer saccharinum</i> L.	V–X	++

Примечание: * – + – низкий; ++ – средний; +++ – высокий; ++++ – крайне высокий

Для большинства рассмотренных чужеродных для фауны Беларуси видов фитофагов он оценивается как высокий (таблица), что и дает основание для квалификации их в качестве инвазивных по принятым в нашей стране критериям [5]. Аналогичным образом, основной период нанесения вреда может ограничиваться одним месяцем (например, для *A. caraganae* это период окончания роста плодов (бобов)), либо охватывать весь сезон вегетации основного (по значимости) растения-хозяина (как у *C. ohridella*).

Период нанесения вреда соотносится со временем активного питания и развития самих фитофагов, а также формируемых ими новообразований (галлы, эринеумы) и повреждений (мины и т.п.). Для большинства инвазивных видов основной период нанесения ими вреда приходится на июль и август (рисунок).

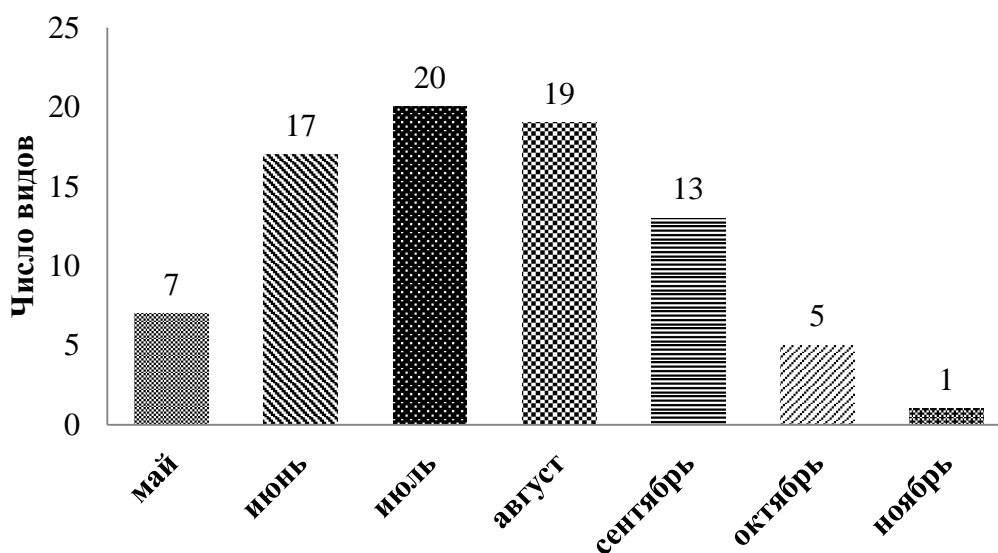


Рисунок – Число инвазивных видов фитофагов – вредителей зеленых насаждений Гродненского Полеманья по месяцам основного периода нанесения вреда

У кормовых растений – интродуцентов из Северной Америки [7], таких как клен серебристый (*A. saccharinum*) и робиния обыкновенная (*R. pseudoacacia*), опадение листвы происходит позднее, поэтому их фитофаги регистрируются до глубокой осени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болезни и вредители декоративных растений в насаждениях Беларуси / В.А. Тимофеева [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 185 с.
2. Чаховский, А.А. Декоративная дендрология Белоруссии / А.А. Чаховский, Н.В. Шкутко. – Минск: Ураджай, 1979. – 216 с.
3. Семенченко, В.П. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси / В.П. Семенченко, А.В. Пугачевский // Наука и инновации. – 2006. – Т. 44, № 10. – С. 15–20.
4. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А.В. Алехнович [и др.]; под общ. ред. В.П. Семенченко. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 105 с.
5. Фоновые инвазивные виды членистоногих – вредителей древесных растений зеленых насаждений Беларуси / Д.Г. Жоров [и др.] // Весці Брэскага універсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2016. – № 1. – С. 25–34.
6. Буга, С.В. Тли древесных растений Центрального ботанического сада АН БССР. I. Phylloxeridae и Pemphigidae / С.В. Буга // ЦБС АН БССР. – Минск, 1989. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 25.01.89. – № 636–В89 // Известия АН БССР. Серия биологических наук. – 1989. – № 3. – С. 112.
7. Буга, С.В. Тли древесных растений Центрального ботанического сада АН БССР. IV. Aphidinae / С.В. Буга // ЦБС АН БССР. – Минск, 1991. – 15 с. – Деп. в ВИНТИ 06.08.91. – № 3378–В91 // Известия АН БССР. Серия биологических наук. – 1992. – № 1. – С. 119–120.
8. Буга, С.В. Тли древесных растений Центрального ботанического сада АН БССР. V. Chaitophoridae и Pterocommatinae / С.В. Буга // ЦБС АН БССР. – Минск, 1995. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 14.06.95. – № 1742–В95 // Известия АН БССР. Серия биологических наук. – 1996. – № 3. – С. 122.
9. Буга, С.В. Тли древесных растений Центрального ботанического сада АН БССР. VI. Drepanosiphidae / С.В. Буга // ЦБС АН БССР. – Минск, 1995. – 13 с. – Деп. в ВИНТИ 14.06.95. – № 1747–В95 // Известия АН БССР. Серия биологических наук. – 1996. – № 3. – С. 122–123.
10. Сауткин, Ф.В. Оценка уровня вредоносности *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859) – вредителя робинии обыкновенной (*Robinia pseudoacacia*) в условиях зеленых насаждений разных районов интродукции растений в Беларуси / Ф.В. Сауткин, О.В. Синчук // Труды БГУ. – 2014. – Т. 9, ч. 2. – С. 110–115.

УДК 372.854

А.А. ДЫДЫШКО

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: О.В. Корзюк, старший преподаватель

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ТЕМЫ «ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ» В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ХИМИИ

Проблемы борьбы с антропогенным загрязнением нашей планеты, проблема надежной охраны природы пока далеки от окончательного решения. Причина этого состоит в том, что у большинства населения Земли отсутствует правильное экологическое воспитание и мышление. Экологическое мышление складывается из комплекса качеств, которые необходимо воспитывать у ребенка: эстетическое восприятие окружающего, чувство прекрасного и прочные естественно-научные знания. Именно поэтому естественные науки – биология, физика, химия – представляют особую важность. Задача школы состоит в создании условий для гармонического развития личности, формирования таких жизненных идеалов и принципов, которые вывели бы человека на путь сотрудничества с природой и сохранения ее целостности. Чем раньше ученик будет введен в сферу экологических проблем, тем эффективнее будет протекать процесс воспитания у него ответственного отношения к природе.

Роль химии в решении экологических проблем на современном этапе значительна:

а) изучая состав, строение и свойства веществ, химия может ответить, как ведет себя то или иное вещество в атмосфере, почве, водной среде, какие воздействия оказывает оно и продукты его превращений на биологические системы;

б) раскрывая механизмы биогеохимических процессов в природном круговороте элементов, химия способствует решению задачи наиболее естественного и «безболезненного» вхождения промышленного производства в природные циклы, делая его частью какой-либо экосистемы;

в) используя разнообразные методики химико-аналитического контроля состояния объектов окружающей среды или качества готовой продукции ряда отраслей промышленности (химической, нефтехимической, микробиологической, фармацевтической), химия позволяет получить информацию, необходимую для последующего принятия решений о предотвращении поступления вредных веществ в контролируемые объекты, очистке этих объектов, способах их защиты и т.д.

Экологизированный курс химии дает возможность раскрыть особую роль этой науки в борьбе с экологическим невежеством, проявляющимся в укоренившемся представлении о «виновности» химии в сложившейся экологической ситуации, привлечь школьников к исследовательской работе по изучению состояния природной среды, воспитать у них чувство личной ответственности за ее сохранение.

Тема «Электролитическая диссоциация» позволяет познакомить учащихся с ионообменными процессами, происходящими в живой и неживой природе, раскрыть их взаимосвязь, расширить понятие о природном круговороте веществ и рассмотреть возможные причины его нарушения. Учащиеся знакомятся с понятием «буферные системы», и действием таких систем в живой природе. Повторно рассматривая круговорот воды в природе, внимание учащихся акцентируем на его роли в поддержании природного равновесия, на негативных последствиях загрязнения морей и океанов для климата на планете. В этой же теме учащийся знакомится с химическими методами очистки воды от загрязнения. Достаточно подробно освещается проблема кислотных осадков (дождя, снега, тумана). Учащиеся самостоятельно составляют перечень образующих во влажной среде кислот, а затем указывают источники поступления этих веществ в биосферу.

В качестве примера отрицательного воздействия кислотных дождей на природные системы рассматривается процесс заболевания водоема (озера) по мере снижения в нем рН воды. Отмечается, что первое время в водоеме сохраняется основная реакция (рН природной воды около 8) благодаря его естественным буферным свойствам – способности нейтрализовать поступающую кислоту (в виде осадков). Однако возможности буферных систем не безграничны. Понемногу вода в водоеме начинает подкисляться, что приводит к необратимым процессам в нем: гибнет планктон, моллюски, рыба, исчезают некоторые виды водорослей; бурно развиваются кислотолюбивые мхи, грибы и нитчатые водоросли; появляется сухопутный мох сфагнум, и водоем заболачивается, гибель обитателей водоема обусловлена не столько самим закислением, столько теми процессами, которые оно вызывает: падением содержания ионов кальция, выщелачивание (извлечение) из донных отложений токсичных ионов тяжелых металлов, дефицит кислорода, развитие анаэробных процессов, образование метана, сероводорода, углекислого газа.

Из числа мер, направленных на сохранение чистоты природных вод, подробно рассматривают химические методы очистки стоков: процессы окисления, восстановления и нейтрализации. Затем учащимся предлагается информация о других методах очистки сточных вод, применяемых в настоящее время: физических, физико-химических, биохимических и с помощью термического окисления. Информация предлагается не для запо-

минания, а для выполнения учащимися самостоятельной работы по обобщению полученных сведений в виде таблицы «Современные методы очистки сточных вод», в которой для каждого вида отходов они указывают соответствующие способы очистки.

В рамках данной темы можно провести экологический урок-семинар на тему «Промышленность и природа...». Основная цель такого учебного занятия заключается в осознании учащимися гармоничного подхода к технологическим процессам. Достижение гармонии возможно лишь при тщательно указанной технологии производства, когда каждый продукт, как на входе, так и на выходе не становится конечным, не выбрасывается балластом, а продолжает свое движение на следующей стадии человеческой деятельности. Таким идеально гармоничным замкнутым технологическим процессом является жизнь природы, в него-то и должна вписаться вся современная деятельность человека. И каждый из нас должен осознать необходимость этого. Некоторые специалисты предлагают, например, так называемые отходы производства включать как сырьё в планы снабжения предприятий. Во многих случаях это явилось бы стимулом к перестройке технологии и исключению потерь.

Создание такого замкнутого технологического цикла – чрезвычайно сложная и дорогая задача, но она все-таки дешевле и проще тех проблем, которые ставит перед человечеством чрезмерное накопление промышленных отходов в природе при сегодняшних разомкнутых технологиях.

Таким образом, на теории данной темы мы формируем у учащихся элементы экологического образования и воспитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Химия: учеб. Для 8-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И. Е. Шиманович, Е. И. Василевская, О. И. Сечко; под ред. И. Е. Шимановича. – 3-е изд., перераб. – Минск: Нар. Асвета, 2011. – 215 с.

УДК 577.13:582.783:58.056

А.В. ЖЕНАРЬ, А.В. ХОВРЕНКОВА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ Г. БРЕСТА И ЕГО РОЛЬ В КУЛЬТИВИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СОРТОВ ВИНОГРАДА

По данным метеорологов за последние 30 лет среднегодовая температура воздуха в Беларуси повысилась на 1,1°C. Кроме того, величина и знак линейных трендов температуры в самые холодные месяцы года (январь–февраль) демонстрируют циклические изменения: значительное падение температуры в конце 60-х–начале 70-х гг. и быстрый последующий рост – начиная с конца 70-х гг. прошлого столетия. Эти изменения привели к смещению агроклиматических зон с юга на север примерно на 100–120 км [1]. На территории Брестской области, таким образом, сформировалась новая для Беларуси агроклиматическая зона, которая характеризуется суммой положительных температур (+10°C и выше) более 2600°C [2]. Это позволило культивировать новые востребованные виды и сорта сельскохозяйственных растений, например, виноград (*Vitis L.*).

Перспективными для природно-климатических условий Беларуси считают темноплодные сорта винограда: Альфа, Августа, Маркетт, Маршал Фош, Регент и Фронтиньяк, белоплодные: Бианка, Платовский и Кристалл, которые выдерживают морозы в диапазоне от -26°C до -29°C, отличаются высокой адаптивностью, стабильностью плодоношения и устойчивостью к основным болезням виноградной лозы [3]. В тоже время на качество продукции, получаемой из винограда, во многом влияют сроки его созревания и время сбора урожая. По данным многолетних наблюдений потребительская зрелость ягод самых ранних сортов винограда в г. Бресте приходится на конец августа, а среднеспелых – на первую декаду сентября.

Особый интерес вызывает сбор плодов винограда после воздействия первых отрицательных температур ниже -7°C. При действии низких температур происходит естественная концентрация в ягодах органических кислот, изменяется содержание сахаров и их распределение в тканях плодов. В Европе (Германия) поздний сбор винограда проводят во второй половине декабря. Важно учитывать, чтобы при сборе и обработке винограда он не разморозился и процесс получения сока проходил естественно, т.к. при давлении ягод кристаллы льда остаются в прессе. Доля сока при этом составляет 20% от загруженного в пресс винограда [4].

В связи с тем, что скорость роста зимних температур в Беларуси замедлилась, а тренд температуры даже стал отрицательным [1] сроки наступления климатической зимы также отодвинулись. Мы проанализировали сроки наступления климатической зимы в г. Бресте за последние 17 лет (рисунок). Согласно данным [2], самый ранний срок наступления данного периода приходится на первую неделю ноября (2002 и 2006 гг.), самый поздний – конец декабря (2008, 2010 и 2015 гг.).

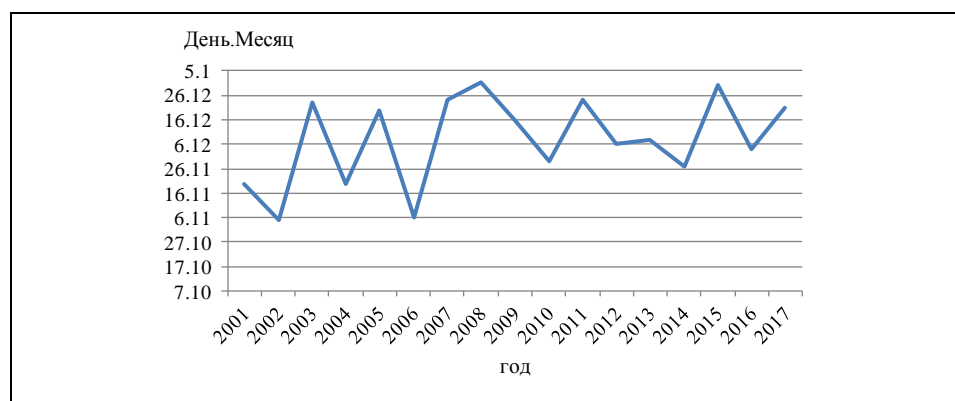


Рисунок – Даты первых морозов (-7°C и менее) в г. Бресте

Таким образом, поздние сроки сбора винограда в г. Бресте приходятся чаще на вторую декаду декабря. Однако урожай снижается и иногда значительно, т.к. из-за длительного нахождения на грозди ягоды загнивают, осыпаются, а также могут быть полностью съедены птицами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов, В. Ф. Сезонные особенности многолетних изменений глобального климата и их причины / В. Ф. Логинов // Український географічний журнал – 2013. – № 2. – Р.23–29.
2. Агрометеорологические особенности и условия развития сельскохозяйственных культур в РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pogoda.by/press-release>. – Дата доступа: 13.02.2018.
3. Опыт решения проблем интродукции и технологии промышленного выращивания винограда в условиях Беларуси / Т. Г. Янчевская [и др.]; Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2012. – 16 с.
4. Troost, G. Handbuch der Kellerwirtschaft. Bd. 1: Technologie des Weins / G. Troost. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 1972. – P. 33.

УДК 504.054

М.С. ЗАРЯ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.С. Ступень, канд. тех. наук, доцент

МОНИТОРИГ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ СТОЧНЫХ ВОД СТОЛИНСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Сточные воды – это атмосферные воды и осадки, к которым относятся талые и дождевые воды, а также воды от полива зеленых насаждений и улиц, отводимые в водоёмы с территорий промышленных предприятий и населённых мест через систему канализации или самотёком, свойства которых оказались ухудшенными в результате деятельности человека [1].

В связи с реализацией стратегии в области охраны окружающей среды Республики Беларусь на период до 2025 г. контроль химических показателей сточных вод является актуальной задачей. Одним из таких показателей является водородный показатель, рН.

Водородный показатель, рН – это мера концентрации ионов водорода в растворе, количественно выражающая его кислотность. рН определяется количественным соотношением в воде ионов H^+ и OH^- , образующихся при диссоциации воды [2].

В зависимости от величины рН может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды.

Для воды хозяйственно-питьевого назначения рН должен находиться в пределах 6,5–8,5 [3].

Цель исследований: мониторинг динамики значений водородного показателя сточных вод Столинского района Брестской области за период 2015–2017 г.

Результаты исследования. Мониторинг рН сточных вод, пробы которых взяты с 12 объектов Столинского района, проведен на основе данных, предоставленных КУМПП «Столинское ЖКХ». Изучена динамика водородного показателя проб сточных вод с различных субъектов хозяйствования г. Столин и Столинского района за период 2015–2017 гг. статистически обработаны и представлены на рисунках 1–4.

Анализ данных значений водородного показателя показал, что сточные воды в *зимний период* характеризуются щелочной средой на производственных, социальных объектах и полигонах ТБО, нейтральной – на объектах агросферы.

На рисунке 1 приведены данные показаний рН зимний период за три года.

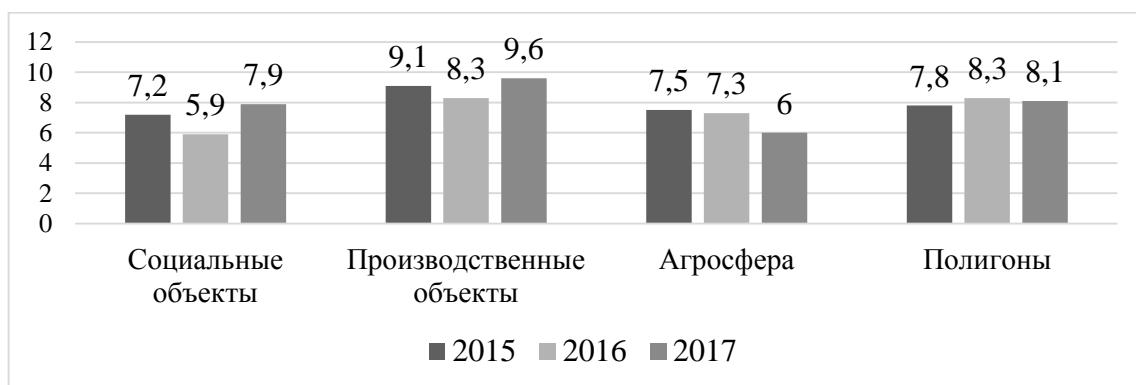


Рисунок 1 – Динамика водородного показателя в зимний период 2015–2017 гг.

На рисунке 2 показаны трехгодичные колебания показаний рН за весенний период.

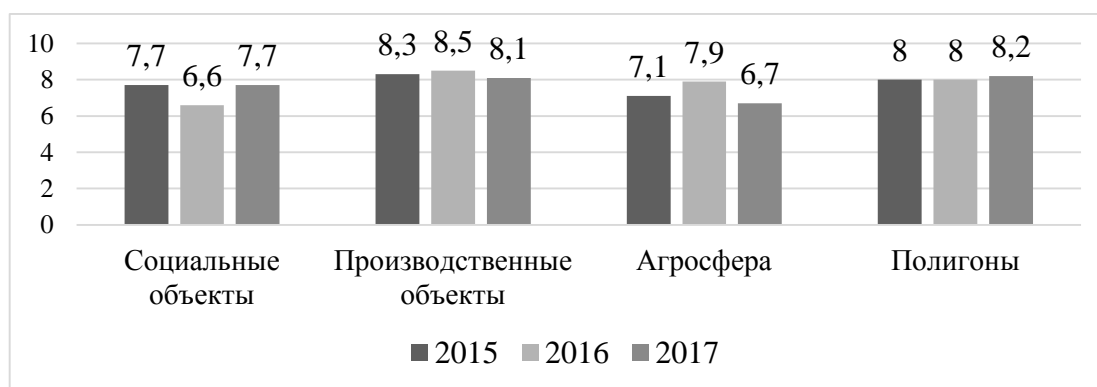


Рисунок 2 – Динамика водородного показателя в весенний период 2015–2017 гг.

В весенний период показатель рН сточных вод приближается к нейтральному уровню в пробах, взятых с социальных и аграрных объектов, к щелочному уровню в пробах, взятых с производственных объектов и полигонов.

Изменения значений рН в летний период отображены на рисунке 3.

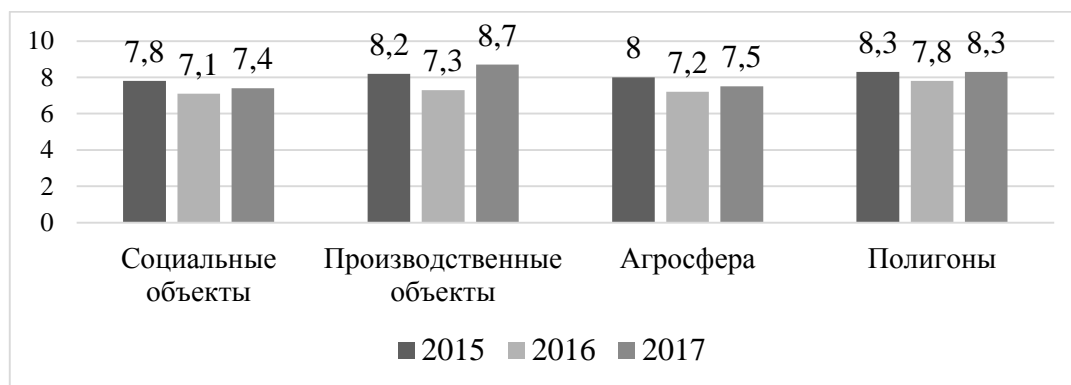


Рисунок 3 – Динамика изменения водородного показателя в летний период 2015–2017 гг.

В летний период значения рН соответствуют щелочной среде в пробах с производственных объектов и полигонов, и нейтральной – в пробах, взятых с социальных и аграрных объектов.

Водородный показатель в *осенний период* сточных вод проб с социальных и аграрных объектов имеют нейтральную реакцию (рисунок 4).

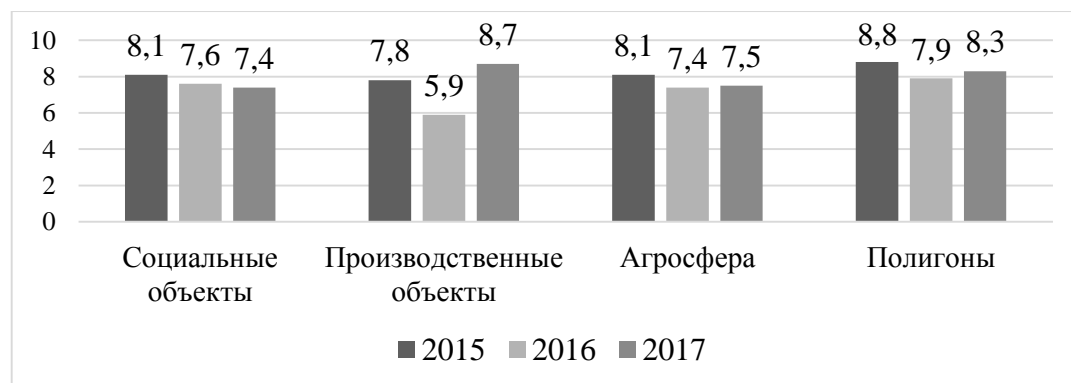


Рисунок 4 – Динамика значений водородного показателя в осенний период 2015–2017 г.

В результате анализа экспериментальных данных по изменению значений рН сточных вод за период 2016–2017 г. в г. Столине и Столинском районе на изучаемых объектах можно сделать следующие выводы.

1. Впервые изучена динамика изменения значений рН сточных вод по сезонам.

2. Исследована *среднегодовая динамики* рН сточных вод изучаемых объектов.

3. Мониторинг динамики значений водородного показателя сточных вод Столинского района Брестской области за 2015–2017 гг. показал, что сточные воды социальных и аграрных объектов находятся в удовлетвори-

тельном состоянии, в отличие от сточных вод мест хранения отходов и производственных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
2. Рыжова, Е. В. Обеспечение качества измерений при оценке качества воды. Часть 2. Природные и сточные воды / Е. В. Рыжова, А. А. Мухутдинов, Рыжов В.В. // Вестник Казанского технологического университета. 2003. – № 1. – С. 389–398.
3. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М. : АСВ, 2003. – 160 с.

УДК 504.054

И. А. ИВАНОВА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.С. Ступень, канд. тех. наук, доцент

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В г. МОГИЛЕВЕ ПО КОМПЛЕКСУ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Под качеством питьевой воды понимают совокупность ее свойств, обусловленных характером и концентрацией содержащихся в ней примесей. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому и микробиологическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Показатели качества воды должны соответствовать нормам СанПиН 10-124 РБ 99 [1].

Важнейшая роль в области использования и охраны вод, своевременного выявления и прогнозирования развития негативных процессов, влияющих на качество воды в водных объектах и их состояние, оценки эффективности мероприятий по охране вод отводится мониторингу поверхностных и подземных вод – системе наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных ресурсов [2].

В качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Могилева приняты подземные воды.

Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Могилева осуществляется в настоящее время групповыми водозаборами «Днепровский», «Карабановский», «Зимница», «Полыковичи», «Добросневичи», «Сумароково», «Кировский».

Контроль качества питьевой воды осуществляет химико-бактериологическая лаборатория МГКУП «Горводоканал».

Цель – оценить качество питьевой воды в г. Могилеве по комплексу физико-химических показателей.

Сравнение качества питьевой воды в г. Могилеве за 2015–2017 гг. проводилось по каждому из 7 водозаборов по следующим показателям: обобщенным: (водородный показатель (рН), жесткость), неорганическим (железо, марганец).

В химико-бактериологической лаборатории МГКУП «Горводоканал» данные показатели определяют в соответствии с нормативными документами:

- определение водородного показателя – СТБ ISO 10523 – 2009 [3];
- определение жесткости воды – ГОСТ 31954-2012 [4];
- определение железа – ГОСТ 4011–72 п. 2 [5];
- определение марганца – ГОСТ 4974-2014 п. 6 [6].

Результаты. По всем семи водозаборам за период 2015–2017 гг. значения рН колеблются в пределах 7,3–7,5 (ПДК = 6-9); жесткость в пределах 4,0–4,9 (ПДК = 7), (рисунки 1, 2). Данные значения не превышают ПДК.

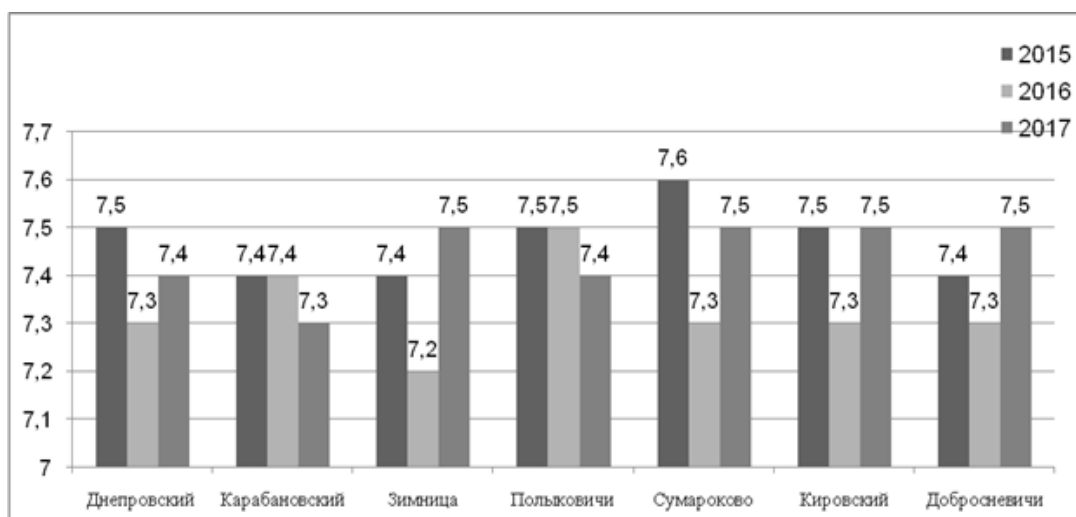


Рисунок 1 — Значения рН воды за период 2015–2017 гг.

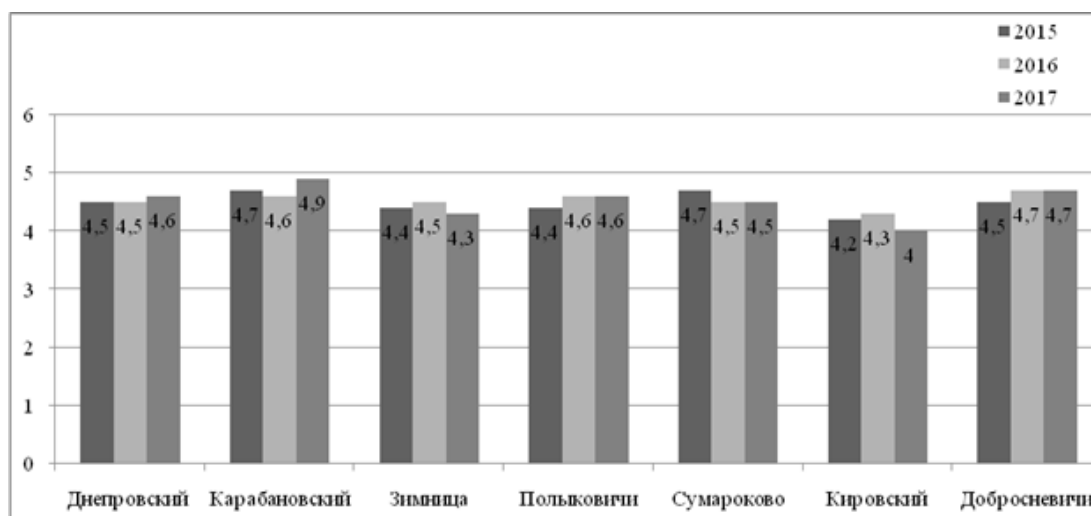


Рисунок 2 – Значения жесткости воды за период 2015–2017 гг. (°Ж)

По значениям железа (до обработки) отмечены превышения нормы на всех водозаборах, особенно на водозаборах «Днепровский», «Сумароково», «Карабановский». После обработки и перед поступлением в распределительную сеть города эти значения значительно уменьшаются и входят в нормы ПДК на всех водозаборах (рисунок 3). В 2017 г. наибольшие значения на водозаборах «Зимница», «Кировский», «Сумароково», наименьшие – «Польшковичи» и «Карабановский».

Водозаборы «Кировский» и «Зимница» находятся в промышленной зоне, что может влиять на концентрации железа, которое может поступать в воду с промышленными стоками. Кроме того, высокое содержание железа в воде до ее обработки обусловлено гумидным климатом и заболоченностью территории, т.е. имеет место природный фактор. Также железо может попадать в питьевую воду как продукт коррозии металлических трубопроводов.

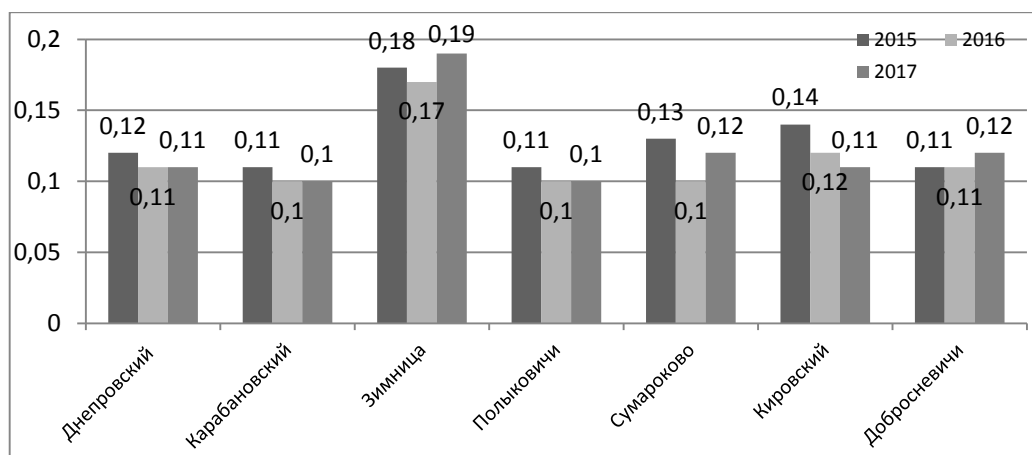


Рисунок 3 – Содержание железа в воде за период 2015-2017 гг. (после обработки)

По содержанию марганца прослеживается аналогичная с железом ситуация. До обработки воды значения по марганцу на некоторых водозаборах превышены («Днепровский», «Карабановский», «Зимница», «Кировский»), после обработки входят в норму (рисунок 4).

По содержанию марганца в 2017 г. по всем водозаборах одинаковые значения. В 2016 г. на водозаборах «Сумароково» и «Зимница» отмечена самая высокая концентрация марганца (0,007 мг/дм³), на водозаборе «Карабановский» – самая низкая (0,004 мг/дм³).

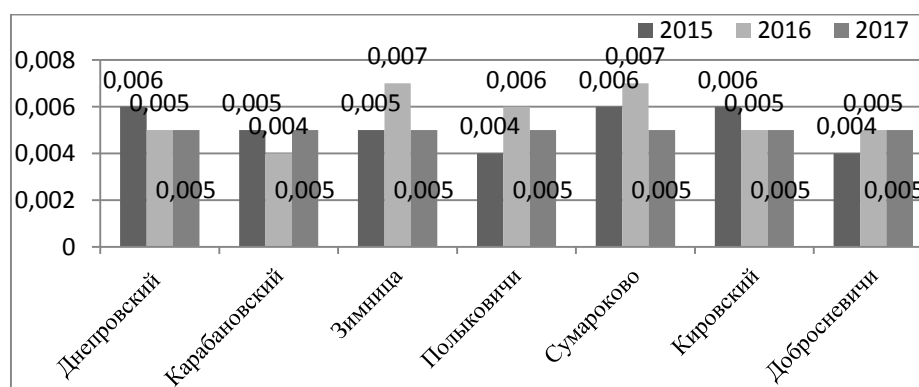


Рисунок 4 – Содержание марганца в воде за период 2015–2017 гг. (после обработки)

Выводы. Проведенная оценка качества питьевой воды в г. Могилеве по некоторым показателям (обобщенные – рН, жесткость, неорганические – железо, марганец) показала следующее:

– санитарно-гигиеническое состояние подземных вод на действующих водозаборах в г. Могилеве отвечает установленным требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 [1], за исключением повышенного содержания железа и марганца природного происхождения. Превышенная концентрация железа обусловлена гумидным климатом и заболоченностью территории. Превышения наблюдаются исключительно до обработки воды, после обработки и перед поступлением в распределительную сеть города значения показателей не превышают ПДК.

– на участках водозаборов формируются пресные умеренно-жесткие воды без признаков загрязнения. К недостаткам качества воды относится повышенное содержание железа в связи с чем, вода подвергается обезжелезиванию на всех водозаборах, после чего значения достигают нормы не более 0,3 мг/дм³.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 10-124 РБ 99 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Минск. – 41 с.
2. Ясовеев, М. Г. Геоэкологические критерии качества пресной питьевой воды / М. Г. Ясовеев, Д. Д. Таликадзе. – Минск : БГПУ, 2010. – 9 с.
3. СТБ ISO 10523 – 2009. Качество воды. Определение рН. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2009. – 16 с.
4. ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Метод определения жесткости. – М. : Стандартинформ, 2013. – 11 с.
5. ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа – М. : Издательство стандартов, 1974. – 8 с.
6. ГОСТ 4974-2014 Вода питьевая. Методы определения содержания марганца. – М. : Стандартинформ, 2015. – 20 с.

УДК 532.546

А.В. КАМАГАЕВА

Россия, Стерлитамак, СФ БашГУ

Научный руководитель: Г.Я. Хусаинова, канд.ф.-м.н., доцент

МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРА НЕФТЯНЫХ ПЯТЕН СОРБЕНТАМИ

Одной из проблем ликвидации аварийных разливов нефти является сбор тонких слоев с поверхности воды. В этих целях на практике применяют сорбенты различного происхождения. Их можно использовать на мелководных водоемах, а также для доочистки любых водных объектов.

В основе данного способа очистки поверхности воды от пленки нефти лежат адсорбционные процессы на твердой поверхности и капиллярный подсос жидкостей [1, 2]. По мере протекания этих процессов изменяется и способность сорбента-нефтепоглотителя удерживаться на поверхности жидкой среды [3].

На рисунке 1 схематически представлен сорбент-поглотитель на поверхности воды с пленкой нефти.

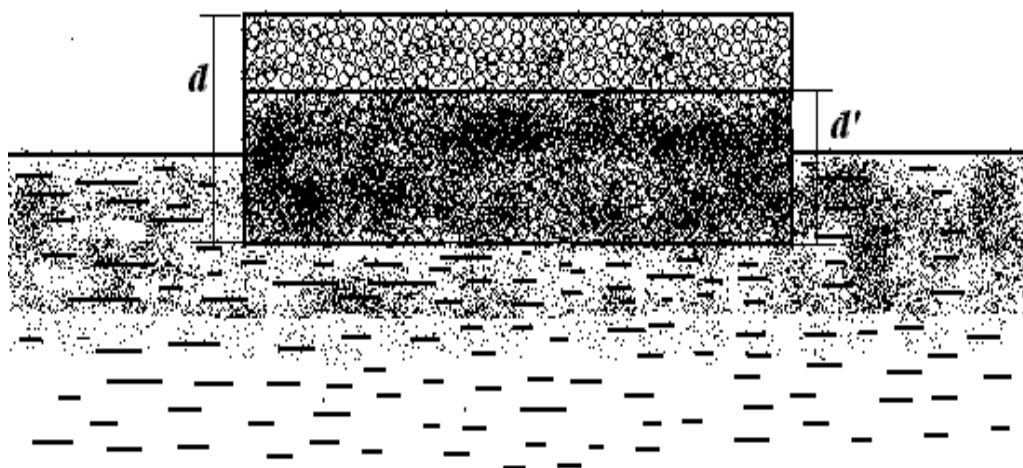


Рисунок 1 – Схематическое представление задачи

Способность твердого тела удерживаться на поверхности жидкости или на определенном уровне внутри нее определяется наличием двух сил: силой тяжести и архимедовой силой. Вес нефтепоглотителя состоит из двух составляющих:

- из веса, приходящего участку d' , с учетом насыщенной нефти;
- из веса, приходящего участку $d - d'$.

При полном смачивании из-за капиллярного явления происходит вытягивание нефти вверх на высоту $d' - d''$ над уровнем жидкости:

$$(d' - d'') \rho_n g = \frac{2\sigma}{a}, \quad (1)$$

где a – радиус пор, σ – коэффициент поверхностного натяжения.

С учетом вышеизложенного можно определить величину $N = \frac{d'}{d}$, которая определяет степень заполнения сорбента поглощаемой жидкостью и находится из соотношения:

$$N = \frac{\frac{2\sigma}{a} + \frac{\rho_n \rho_s}{\rho_b} g(1-m)d}{\rho_n g - \frac{\rho_n g \rho_n}{\rho_b} m} \frac{1}{d} \quad (2)$$

С помощью формулы (2) построены различные графические зависимости степени заполнения сорбента от радиуса пор, коэффициента проницаемости и геометрических размеров нефтепоглотителя. Получены следующие результаты:

1. Исследована степень заполнения сорбента от радиуса пор при различных размерах сорбента-поглотителя, при разных значениях коэффициента пористости и при разных радиусах пор.

2. При одинаковой пористости нефтепоглотителя, чем меньше радиус пор, тем больше степень заполнения. При очень малой пористости $m < 0,1$ происходит потопление сорбента.

3. Чем больше коэффициент пористости, тем меньше происходит насыщение поглощаемой жидкостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лейбензон, Л. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде / Л. Лейбензон. – М. : Гостехиздат, 1947. – 244 с.

2. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа / Л. Г. Лойцянский. – М. : Наука. Гл.ред. физ.-мат. лит., 1987. – 840 с.

3. Хусаинов, И. Г. Тепловые процессы при акустическом воздействии на насыщенную жидкостью пористую среду / И. Г. Хусаинов // Вестник Башкирского университета. – 2013. – Т. 18, № 2. – С. 350 – 353.

УДК 581.19; 581.14

В.С. КОЛЬ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Ю.В. Кирисюк, преподаватель

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕДНЫХ НАНОЧАСТИЦ НА ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТОВ

В связи с современным развитием и внедрением нанотехнологий в различные сферы производства, активно ведутся исследования потенциальной токсичности наноматериалов, в том числе и металлсодержащих наночастиц. Установлено, что биологический эффект нанометаллов зависит не только от концентрации, природы наночастиц, экспозиции воздействия, но и от генотипа объекта и фазы его развития. Именно растительным объектам было отдано предпочтение в опытах по биотестированию наночастиц, поскольку они обладают высокой чувствительностью к внешним стрессорам. Так, недавние исследования показали, что в ответ на широкий спектр абиотических и биотических стресс-факторов в растительных организмах могут запускаться механизмы запрограммированной клеточной гибели (ЗКГ). Основным тестом и одновременно самым значимым при исследовании ЗКГ у высших растений является выявление морфологических изменений клеток, характерных для ЗКГ. Медь является важным элементом для роста и развития зерновых культур, однако эффекты ее влияния в наноформе могут быть непредсказуемы. В связи с этим необходимо проведение исследований влияния различных концентраций наночастиц для выявления первичного ответа растительных клеток.

Цель – проанализировать характер морфологических изменений корневых волосков пшеницы, вызываемых наночастицами меди.

Объектов исследования выступали корневые волоски трехдневных проростков яровой пшеницы сорта Дарья. Для проведения исследований на предмет проявления типичной для запрограммированной клеточной гибели морфологии использовалась световая микроскопия. Базовый раствор солей 0,1 мМ KCl и 0,1 мМ CaCl₂ (2 мМ Tris /4 мМ Mes) являлся контрольным, в опытных вариантах к нему добавлялись суспензии медных наночастиц размером 38±4 нм в концентрации 1 и 5 мг/л. Суспензии наночастиц предварительно диспергировались ультразвуком. Проростки пшеницы инкубировались в чашках Петри с исследуемыми растворами на протяжении 24 часов, после чего растения использовались для дальнейших исследований. Для каждой серии экспериментов подсчет относительного количества

корневых волосков с симптомами ЗКГ велся в 3-5 независимых выборках, каждая группа – 50 клеток. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы MS Excel 2007. Достоверность определялась с помощью t-критерия Стьюдента.

В результате проведенных исследований выявлено, что количество клеток с симптомами ЗКГ при обработке корней наночастицами меди в концентрации 1 мг/л превышало контрольные значения в 1,6 раз (рисунок 1). Однако полученные данные статистически не подтверждены. Использование 5 мг/л наночастиц меди привело к статистически достоверному увеличению количества корневых волосков с симптомами ЗКГ ($p \leq 0,001$), что больше контроля в 3,7 раз. При этом наблюдались характерные для ЗКГ симптомы, такие как отделение плазматической мембраны от клеточной стенки в сторону основания корневого волоска, потемнение и образование темных телец.

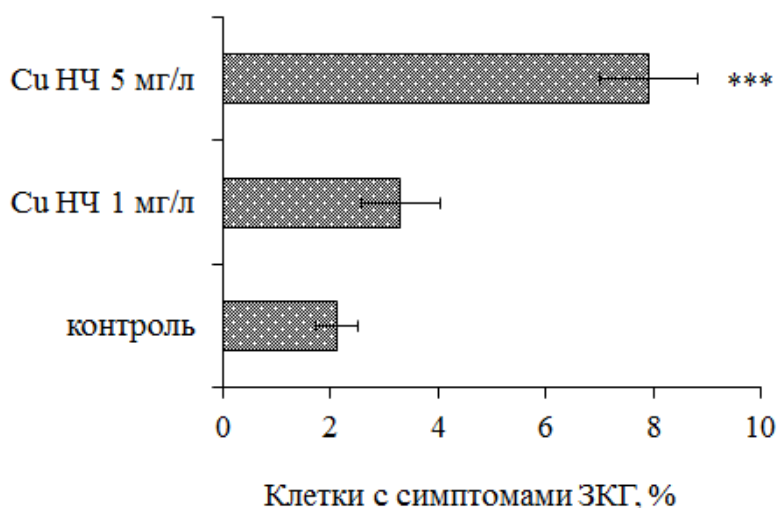


Рисунок 1 – Доля корневых волосков *Triticum aestivum* L. с симптомами ЗКГ при инкубировании растений в растворах, содержащих 1 и 5 мг/л наночастиц меди (Cu НЧ)

Таким образом, в результате проведенных экспериментов установлено, что 24-часовое инкубирование корней проростков пшеницы в растворах, содержащих 1 и 5 мг/л медных наночастиц приводит к увеличению доли клеток корня с симптомами ЗКГ. Необходимо отметить, что корневые волоски демонстрируют высокую скорость ответных реакций на действие различных стрессоров, в том числе и металлсодержащих наночастиц.

Исследование выполнено при финансовой поддержке БРФФИ и Минобразования РБ (№ ГР 20163145).

УДК 504.3.054

А.И. КОРОТКАЯ

Гомель, УО ГГУ имени Франциска Скорины

Научный руководитель: Т.А. Тимофеева, канд. биол. наук, доцент

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Атмосферный воздух является важным компонентом окружающей среды и может оказывать серьёзное влияние на состояние здоровья населения. Содержащиеся в атмосфере химические вещества вместе с осадками попадают в почву и водоёмы, далее мигрируя в пищевые продукты вредят организму человека. Если рассматривать прямое воздействие загрязнённого атмосферного воздуха, то нужно заметить, что время пребывания человека на открытом воздухе обуславливает степень влияния загрязняющих веществ на индивидуальном уровне. Неблагоприятное состояние атмосферного воздуха находится на втором месте в структуре экономических потерь ВВП от смертности и заболеваемости населения. Исследуя данные эколого-эпидемиологических исследований, можно сказать, что происходит увеличение заболеваемости населения острыми респираторными инфекциями на 6-7 % [1].

На атмосферный воздух Беларуси оказывает нагрузку антропогенный фактор. Это могут быть как региональные источники, так и загрязнения, попавшие вследствие трансграничного переноса. Основными источниками выбросов веществ в воздушный бассейн являются автотранспорт и объекты энергетики и промышленности. В год могут выбрасываться до 1-2 млн. тонн загрязняющих веществ. На автотранспорт приходится 70 %. В структуре выбросов преобладают оксиды углерода – 54 %, углеводороды – 18, оксид серы – 11 и оксиды азота – 10 %. Выброс в атмосферу оксидов углерода и азота, а также углеводородов осуществляется работой автотранспорта. Вклад стационарных источников в суммарные выбросы диоксида серы и твердых частиц был значительно выше, чем передвижных [2].

Распределение выбросов по территории Беларуси неравномерно. Наибольшее количество выброшено в атмосферу на территории Минской области (включая г. Минск) – 400 тыс. тонн, наименьшее – в Могилевской и Гродненской областях – 140 тыс. тонн [2].

Возле автотрасс земля загрязняется соединениями свинца, серы, нефтепродуктами и другими опасными веществами. Наиболее опасна придорожная полоса до 200 м. Замечено, например, что вдоль кольцевой дороги вокруг Минска быстро погибают посаженные деревья.

Приземный слой воздуха вблизи дорог загрязнён пылью, которая включает в себя частицы асфальта, металла, свинца, резины и другими веществами, часть которых обладает канцерогенным и мутагенным действием.

Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания содержат огромное количество токсичных соединений – бенз(а)пирена, альдегидов, оксидов азота и углерода. Наибольшее количество вредных веществ в составе отработавших газов образуется при неотрегулированной топливной системе автомобиля. Правильная ее регулировка позволяет снизить их количество в 1,5 раза. Выхлопы от автотранспорта загрязняют улицы города и сильно влияют на пешеходов, гуляющих вдоль дорог. Было установлено, что зоны с превышением ПДК по диоксиду азота и оксиду углерода охватывают до 90% городской территории [3].

На территории Беларуси основными предприятиями, загрязняющими воздушный бассейн, являются предприятия теплоэнергетики, химической и нефтехимической отраслей промышленности. Выделяется сернистый газ при сжигании угля, сланцев, нефти и её производных. Помимо этого металлургический завод выбрасывает в воздух оксиды углерода, железа, меди и других металлов [4].

Для оценки влияния химического загрязнения атмосферного воздуха было проведено исследование состояния воздуха в зоне расположения предприятия химической промышленности. Объектом выбрасывается в атмосферный воздух 32 вещества, из них:

- 1 класса опасности – 0 веществ
- 2 класса опасности – 9 веществ (28,13 %)
- 3 класса опасности – 11 веществ (34,36 %)
- 4 класса опасности – 9 веществ (28,13 %)
- без класса опасности (ОБУВ) – 3 вещества (9,38%) [1].

Средняя минерализация осадков в Беларуси колеблется от 9,1 мг/ дм³ (Березинский заповедник) до 81,7 мг/ дм³ (Витебск) при среднем значении – 27,9 мг/ дм³. Преобладают концентрации от 20 до 30 мг/дм³.

Что касается трансграничного загрязнения, то особенности географического положения Беларуси обусловили резкое преобладание в составе атмосферных выпадений следующих составляющих: доля трансграничной серы в выпадениях составляет 84-86 %, окисленного азота – 89-94 %, восстановленного азота – 38-65 %. В поступлении на территорию Беларуси серы и окисленного азота основной вклад принадлежит странам-соседям – Польше, Германии, Украине. Восстановленный азот имеет в основном местное происхождение, существенный вклад вносят также Украина и Польша. Ежегодно на территории Беларуси осаждается 180-190 тыс.т серы, 60-70 тыс. т восстановленного азота, более 400 т свинца, около 5 т ртути [2].

Чтобы оценить качество воздуха, были установлены Минздравом нормативы ПДК загрязняющих веществ и международные стандарты. Для анализа динамики состояния воздушного бассейна используется комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), который рассчитывается по пяти наиболее распространенным вредным веществам (пыли, диоксиду серы, оксиду углерода, диоксиду азота и формальдегиду), учитывая их класс опасности.

По показателю ИЗА высокие уровни загрязнения воздушной среды в последние годы наблюдались в Речице (9,5 – автотранспорт, лесная промышленность, теплоэнергетика), Гомеле (8,6 – автотранспорт, производство минеральных удобрений, теплоэнергетика). В Витебске (5,7 – автотранспорт, производство стройматериалов, теплоэнергетика), Полоцке (5,6 – автотранспорт, химическая промышленность, теплоэнергетика), Бресте (5,2 – автотранспорт, с/х машиностроение, нефтехимическая промышленность, теплоэнергетика) – ИЗА повышен, в остальных городах – низкий (меньше 5).

В последние годы происходит снижение выбросов загрязняющих веществ, однако проблема качества атмосферного воздуха сохраняется. Повышенные уровни загрязнения регулярно отмечались в Могилеве, Минске, Светлогорске, Новополоцке, Витебске, Орше. В итоге около 2,14 млн. жителей республики могли находиться под воздействием концентраций вредных веществ, превышающих ПДК [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гигиеническая оценка влияния на здоровье населения загрязнения атмосферного воздуха с учетом комбинированного действия химических веществ в зоне расположения предприятия химической промышленности / Л.М. Шевчук [и др.] // Анализ риска здоровью. – Мн.: БГМУ, 2015. – №3. – С. 40–46
2. Куликов, Я.К. Экологические проблемы Беларуси: курс лекций. – Мн.: БГУ, 2006. – 104 с.
3. Геоэкология: актуальные проблемы : курс лекций / М.Г. Ясовеев [и др.]; под ред. М.Г. Ясовеева. – Минск : БГПУ, 2009. – 176 с.
4. Маврищев, В.В. Основы экологии : учебник/ В.В. Маврищев. – 3-е изд., испр. и доп. – Мн : Вышэйшая школа, 2007. – 447 с.
5. Региональные экологические проблемы Республики Беларусь — [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3972367/page:38/>

УДК 546:614:87

Д.И. КРАВЧУК

Брест, БрГТУ

Научный руководитель: С.В.Басов, канд. техн. наук, доцент.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СВИНЦОМ ТЕРРИТОРИЙ, ГРАНИЧАЩИХ С ЗАВОДОМ АКБ В СЭЗ «БРЕСТ» ПРИ ВВЕДЕНИИ ЕГО В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

В декабре 2017 года на промышленной площадке, расположенной в районе «Аэропорт», СЭЗ «Брест», Брестский район, начато строительство объекта: «Аккумуляторный завод общества с ограниченной ответственностью «АйПауэр» с собственной котельной на природном газе» (далее завод АКБ).

Строительство завода АКБ осуществляется в 3 800 метрах восточнее города Бреста на земельном участке в непосредственной близости от жилой застройки деревень Хабы, Бульково, Тельмы-1, Тельмы-2, Щебрин, а также застройки усадебного типа пригорода Бреста – Стимово. Перспективный план развития города Бреста предусматривает строительство в будущем многоэтажных микрорайонов в направлении г. Жабанка, вдоль автодороги М-1.

Очевидно, что данный объект является потенциально опасным в части воздействия на окружающую среду и здоровье человека, так как в его деятельности будут использоваться свинец, и его соединения, в промышленных масштабах.

Как указано в Заключении №759/2017 государственной экологической экспертизы по данному объекту *«для производства аккумуляторных батарей на заводе организуется литейное производство из свинца и его сплавов, прокат свинцовых сплавов, элементы химического производства с использованием свинца, серной кислоты и электролиза водных растворов серной кислоты, сборочные операции, в которых в том числе применяется пайка расплавленным свинцом»*. При этом официальные СМИ убеждают общественность, что завод – обыкновенное сборочное производство, вред от которого для человека и окружающей среды незначителен.

Серьезные сомнения по поводу объективности, достоверности и профессионализма исполнителей вызывает информация предоставленная для общественного обсуждения, относящейся к оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) планируемой хозяйственной деятельности завода АКБ, разработанная ООО «Экология-сервис», г. Минск.

Так, например, в нем не учтены все источники выделения и выбросов свинца, указанные в технологической части проекта, не предоставлены обоснованные расчеты выбросов (максимальные, валовые) по основным загрязняющим компонентам. Полностью отсутствует информация о том, где и каким образом будет производиться хранение и утилизация значительного объема отходов производства 1 и 2 классов опасности.

Цифры по объему выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферный воздух, представленные в отчете об ОВОС сомнительны и не подтверждены ни расчетами, ни паспортными данными на технологическое оборудование. Полностью отсутствует стратегический прогноз и оценка осаждения свинца на почвы, поверхностные водные объекты при длительной эксплуатации объекта.

Данные по рассеиванию в атмосфере всех выбросов производства, рассчитанные проектировщиками по известной методике ОНД-86 в программе «Эколог», также требуют уточнения и учета всех факторов, воздействующих на выбросы – прежде всего влияние на процессы рассеивания работы действующего аэропорта.

При элементарном пересчете (суммировании) объемов этих же выбросов по данным, представленным в «Экологическом паспорте объекта» [1], получаются цифры несовпадающие с заявленными в отчете об ОВОС и заключении государственной экологической экспертизы.

Удивительно, что этот важный документ к настоящему моменту времени существует в трех различных версиях, отличающихся по объему и содержанию. Скорее всего, это связано с очевидной целью любыми способами убедить общественность в безопасности будущего производства.

Также вызывает беспокойство, отсутствие, предусмотренного законом «О государственной экологической экспертизе» [2], долгосрочного прогноза по стратегической экологической оценке воздействия данного объекта на окружающую среду.

Если, все же, считать расчеты проектировщиков корректными (несмотря на указанные выше несоответствия), то количество вредных выбросов, отходящих от всех стационарных источников выделения в воздушный бассейн, будет составлять 4,676202 т/год [1].

Из всех 23 указанных в проекте загрязняющих веществ отметим выбросы оксида азота (IV) – 1,870353 т/год и свинца 0,003089 т/год.

Установленная нормативами среднесуточная предельно-допустимая концентрация (ПДК) свинца в приземном слое атмосферного воздуха составляет 0,0003 мг/м³, а применяемая при расчетах рассеивания максимально разовая ПДК составляет 0,001 мг/м³.

По утверждению разработчиков (по результатам их расчетов рассеивания в атмосфере) на границе санитарно-защитной зоны (ССЗ) содержа-

ние свинца не будет превышать 0,02 ПДК с.с. (размер ССЗ, предусмотренный проектом – 500 м от источников выброса).

Куда же исчезнет весь, находящийся в выбросах свинец?

Знание химического закона сохранения массы позволяет нам утверждать, что рассеивание вещества в атмосфере не означает его дематериализацию.

Факелом выброса из трубы нагретая мелкодисперсная свинцовая пыль, в составе газовой смеси, будет подниматься от поверхности земли в верхние слои атмосферы и, постепенно охлаждаясь, оседать на прилегающие территории.

Известно [3], что ореол рассеяния свинца вокруг металлургических предприятий достигает 30-40 км, причем в радиусе 1-2 км выделяется зона сильного повреждения ландшафта, где фоновая концентрация превышает десятки и сотни раз. По статистике, в районе заводов, выплавляющих свинец, содержание его в атмосферном воздухе составляет 0,62-0,95 мг/м³, иногда достигая 12 мг/м³. Среднегодовая концентрация свинца в атмосфере 0,0004 -0,002 мг/м³ приводит к увеличению содержания этого металла в крови детей 2-11 лет до 320-430 мкг/л, увеличению содержания его в молочных зубах в 4 раза, на поверхности кожи рук более чем в 200 раз, снижению интеллекта детей. Согласно литературным данным, однократное вдыхание концентрации 9,9-11,4 мг/м³ вызывает отравление через 1-16 дней и тяжелую интоксикацию (возможно с летальным исходом) через 4-9 месяцев; 0,7-1,7 мг/м³ приводит к отравлению через несколько недель или месяцев; 0,07-0,14 мг/м³ – характеризуются еще как опасные концентрации; 0,001-0,04 мг/м³ – вызывают функциональные сдвиги высшей нервной деятельности человека через 6 месяцев и при постоянном вдыхании – признаки отравления через 8 лет [3].

С учетом небольшой высоты труб строящегося завода АКБ – всего 12 м, очевидно, что значительная часть выбросов будет рассеиваться на близлежащие территории от 0,1 до 10 км – точные прогнозную оценку расстояния может дать только **корректно** произведенный расчет и построение диаграмм полей рассеивания.

Постепенно оседая в границах ССЗ и за ее пределами, на граничащих с заводом АКБ территориях, свинец будет постепенно повышать свою концентрацию в приземном слое атмосферы (в составе пыли) и в почве. Не сложно рассчитать, когда его концентрация достигнет и превысит ПДК в почве (32 мг/кг с учетом фона). Отметим, что фоновые значения концентрации свинца вблизи автодороги М1 очевидно превышают средние показатели для территорий удаленных от автотрасс.

Одновременный со свинцом выброс в атмосферу оксида азота (IV) будет приводить к образованию в атмосфере азотной кислоты, что подробно изучено и подтверждено в связи с проблемой «кислотных дождей».

Это позволяет обоснованно предполагать возможность образования **водорастворимой соли** – нитрата свинца (растворимость в воде: 38,8 г в 100 г воды при 0°C; 56,5 г в 100 г воды при 20°C).

Постепенный переход свинца в почве в растворимые в воде соли (нитрат, гидрокарбонат, ацетат свинца и др.) означает неизбежное их распространение с поверхностными водами на значительные расстояния, а также постепенный переход в грунтовые и подземные воды с трудно прогнозируемыми последствиями.

Таким образом, оценка воздействия загрязнения свинцом и его соединениями, территорий граничащих с заводом АКБ при введении его в эксплуатацию, вызывает серьезную озабоченность т.к. она прямо связана с интересами проживающих на этих территориях людей. Кроме экологических последствий следует оценивать имиджевые и экономические потери, которые могут возникнуть у производителей сельхозпродукции всего Брестского региона, который при грамотной политике антирекламы конкурентов будет ассоциироваться как территория загрязнения свинцом.

Эти проблемы, на наш взгляд, требуют привлечения высококвалифицированных и независимых экспертов, а также полного и открытого доступа общественности к результатам полученных прогнозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологический паспорт проекта «Аккумуляторный завод ООО «АйПауэр» с собственной котельной на природном газе по адресу: Брестский район, СЭЗ «Брест», район «Аэропорт». – Пинск, ООО «Агромашдеталь», 2017. – 15 с.

2. Закон Республики Беларусь от 18.07.2016 № 399-З «О государственной экологической экспертизе, стратегической оценке и оценке воздействия на окружающую среду».

3. Бандман, А.Л. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп: справ. изд. / А.Л. Бандман, Г.А.Гудзовский, Л.С.Дубейковская и др.; под ред. В.А.Филова и др. Л.: Химия, 1988.– 512 с.

УДК595.794

Д.И. ЛАВРИЕНЯ

Минск, БГУ

Научный руководитель: В.И. Хвир, канд. биол. наук, доцент

К ПОЗНАНИЮ ШМЕЛЕЙ КАК ОПЫЛИТЕЛЕЙ РЯДА ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Шмели (Hymenoptera, Apidae, род *Bombus*) – одна из наиболее многочисленных и широко распространенных систематических групп насекомых на Севере. Они играют значимую роль в функционировании экосистем как основные опылители энтомофильных растений. С одной стороны, это обусловлено целым рядом особенностей анатомического строения, и, прежде всего, строением ротового аппарата, а с другой стороны, шмели являются наиболее многочисленной (исключая *Apis mellifera*) группой из всех пчелиных нашей фауны. Ценность шмелей как опылителей обуславливается также наличием у них цветочной константности, т.е. свойства длительное время посещать один и тот же вид растений [1]. Второе ценное качество шмелей как опылителей состоит в том, что шмели посещают небольшое количество цветков в одном соцветии, что увеличивает вероятность более эффективного перекрестного опыления. И наконец, шмели – чрезвычайно холодостойкая группа опылителей, доходящая на севере до Гренландии и Аляски [2]. Очевидно, насколько важно и необходимо изучение видового разнообразия шмелей, их численности, биотопического распространения и изучения трофических связей.

В 2016 и 2017 годах нами изучалась фауна шмелей (*Bombus*) и шмелей-кукушек (*Psithyrus*) в различных районах Минской области. С целью выяснения биотопической приуроченности отдельных видов были изучены самые разнообразные биотопы: луговое разнотравье, опушки, поляны, травостой различных типов лесов. Основным из применяемых методов для выяснения видового разнообразия, экологии и установлении трофических связей шмелей и шмелей-кукушек был индивидуальный сбор насекомых при помощи энтомологического сачка и морилки. Визуальные наблюдения (без отлова замеченных и учтенных особей) применялись нами ограниченно, лишь при учете общей численности шмелей и шмелей-кукушек в разные сроки. Дело в том, что некоторые виды шмелей – *B. pascuorum*, *B. hortorum*, *B. muscorum* – довольно легко распознаются визуально, тогда как другие, с совершенно конвергентной окраской (например, *B. lucorum* и *B. terrestris*, *B. lapidarius* и *B. ruderarius*) различимы лишь при микроскопическом исследовании [3].

По литературным данным, систематические сборы шмелей ранней весной бывают более полнее чем летом, в период максимума их лета. Весной, при ограниченности кормовой базы, происходит ранневесенняя аккумуляция шмелей на немногих цветущих в это время медоносах. Однако, по нашим наблюдениям, для изучения видового состава шмелей определенной области позднелетние сборы (вторая половина июля, август, начало сентября) оказываются полнее и целесообразнее весенних. За период исследования было собрано 366 экземпляров шмелей и 97 экземпляров шмелей-кукушек.

Таблица 1 – Видовой состав шмелей Минской области

Вид	Экологические группы*			Численное обилие, %
	1	2	3	
<i>Bombus subterraneus</i> (L.)	–	+	–	1,66
<i>B. sylvarum</i> (L.)	+	–	–	2,66
<i>B. lucorum</i> (L.)	–	+	+	13,3
<i>B. pascuorum</i> (Scop.)	–	+	+	14,02
<i>B. lapidarius</i> (L.)	–	+	–	9,64
<i>B. muscorum</i> (L.)	–	+	–	1,66
<i>B. schrencki</i> Mor	+	–	–	0,1
<i>B. humilis</i> Illiger	–	+	–	1,32
<i>B. hypnorum</i> (L.)	–	–	+	3,33
<i>B. terrestris</i> (L.)	–	+	–	13,30
<i>B. pratorum</i> (L.)	+	–	–	0,67
<i>B. jonellus</i> Kirby	–	–	+	0,67
<i>B. ruderarius</i> Muller	–	+	–	13,96
<i>B. pomorum</i> Panzer	–	+	–	0,67
<i>B. semenoviellus</i> Skor.	+	–	–	0,67
<i>B. confusus</i> Sch.	–	+	–	0,67
<i>Psithyrus campestris</i> Pz.	–	–	+	5,98
<i>P. bohemicus</i> Seidl	–	+	+	3,99
<i>P. vestalis</i> Geof.	–	+	–	4,32
<i>P. rupestris</i> (F.)	–	+	+	4,65
<i>P. quadricolor</i> Kirby	–	–	+	0,1
<i>P. barbutellus</i> Kirby	+	+	–	2,33
<i>P. norvegicus</i> Sp.-Schneider	–	–	+	0,33
Всего	5	14	9	100

Примечание. * Экологические группы: 1 – лесные, 2 – лугово-степные, 3 – эвритопные

Шмели – широкие полифаги. Следует, однако, отметить определенное тяготение самок и рабочих особей шмелей к бобовым растениям, в первую очередь к красному и белому клеверу (*Trifolium rubens* L. и *Trifolium repens* L.) мышинному горошку (*Vicia cracca* L.), доннику желтому

(*Melilotus officinalis* L.), лядвенцу рогатому (*Lotus corniculatus* L.) и некоторым другим. Из цветущих плодовых культур шмели посещают в основном растения с длинным венчиком: черную смородину (*Ribes nigrum* L.), в меньшей мере, крыжовник обыкновенный (*Ribes uva-crispa* L.). Шмели опыляют оказанные растения даже в прохладную и дождливую погоду (нередко, когда в это время года медоносные пчелы вообще не совершают вылетов из улья).

Самки шмелей кукушек не обладают, по нашим наблюдениям, каким-либо тяготением к определенным группам растений. Самки шмелей-кукушек встречались на самых разнообразных растениях, в том числе и на красном клевере, что позволяет отнести и эту группу пчелиных к его опылителям.

Во время массового лета самцов рода *Bombus* и подрода *Psithyrus* (август – вторая половина сентября), подавляющая часть их отлавливалась и фиксировалась на весьма ограниченном круге растений из семейства Сложноцветные: на короставнике полевом (чаще всего) (*Knautia arvensis* L.), чертополохе колючем (*Carduus crispus* L.), реже, на цикории обыкновенном (*Cichorium intybus* L.). Самцы на соцветиях выше перечисленных растений отлавливались не только в дневные, но и в вечерние и даже в ранние утренние часы, что позволяет предположить круглосуточное их нахождение на соцветиях в этот период.

Таким образом, в результате исследований, для территории Минской области выявлено 23 вида представителей рода *Bombus*, из них 7 видов относится к подроду *Psithyrus*. Отмечена разная степень эффективности опыления между самцами и самками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goulson, D. Bumblebees behavior and ecology / D. Goulson. – Oxford, New York: Oxford University press, 2003. – 336 с.
2. Michener, C.D. The bees of the world / C.D. Michener. – Pasadena: The John Hopkins University press, 2007. – 913 p.
3. Gokcezade, J. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Deutschlands, Österreichs und der Schweiz / J. Gokcezade, J. Neumayer, B.–A. Gereben-Krenn. – Leipzig: Quelle & Mayer, 2010. – 48 s.

УДК 581.524.2

А.В. ЛИЦУК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

О РАСПРОСТРАНЕНИИ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В Г. БРЕСТЕ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ

Из состава чужеродных видов могут вычленяться отдельные клоны, которые оказываются более приспособленными к местным условиям по сравнению с первичной формой вида. Чужеродные виды, которые попали на ту или иную территорию с участием человека, приспособились быстро распространяться и наносить существенный ущерб биологическому разнообразию, считают инвазионными [1].

Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь разработаны критерии отнесения чужеродных видов диких животных и растений к инвазионным, в том числе: негативное влияние чужеродного вида на аборигенные виды в результате конкуренции, скрещивания, переноса заболеваний либо коренное изменение естественных экосистем; динамика распространения чужеродного вида, при отсутствии регулирования ведущая к увеличению площади распространения или числа выявленных популяций на 25 % и более в год и т.д. [2].

К инвазионным в Беларуси относят 301 вид растений. Кроме того, Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды определен список наиболее агрессивных чужеродных растений, насчитывающий свыше 50 видов. Среди прочих в этот список входят уже привычные *Hera-cleum sosnowskyi*, *Solidago canadensis*, *Echinocystis lobata*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia* и т.п. Растения «черного списка» появились на территории Беларуси в разное время и на сегодняшний день широко расселись, заняв значительные площади [1, 3].

Для сохранения естественного биоразнообразия флоры необходимо осуществлять мониторинг распространения чужеродных растений, оценивать их взаимодействия с аборигенной флорой, а также планомерно препятствовать их распространению.

Целью нашего исследования явилась оценка распространения инвазионных видов растений в г. Бресте и его окрестностях.

Результаты нашего анализа основаны на наблюдениях, проведенных маршрутным методом в течение вегетационного сезона 2017 г. Обследованы окрестности Брестской крепости, Парка воинов-интернационалистов,

ОАО «Брестский комбинат строительных материалов», микрорайоны Вулька и Южный, окрестности территории бывшей д. Новые Задворцы.

В районе Брестской крепости вдоль автомобильных трасс, в придорожье, на пустырях, участках пойменных лугов произрастают следующие виды растений: *Ambrosia artemisifolia*, *Sambucus racemosa*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Acer negundo*, *Hippophae rhamnoides*, *Robinia pseudoacacia*, *Rumex confertus*, *Populus alba*, *Impatiens glandulifera*, *Angelica officinalis*, *Festuca arundinacea*, *Oenothera biennis*, *Phragmites australis*. В старицах рек Западный Буг и Мухавец обнаружена *Elodea canadensis*.

В окрестностях Парка воинов-интернационалистов обнаружены *Sambucus nigra*, *Oenothera biennis*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Xanthium albinum*, *Robinia pseudoacacia*, *Hippophae rhamnoides*, *Impatiens parviflora*, *Impatiens glandulifera*, *Quercus rubra*, *Phalacrocloma septentrionale*, *Sarothamnus scoparius*, *Echinocystis lobata*, *Cornus alba*.

На территории прилегающей к ОАО «Брестский комбинат строительных материалов» (придорожье, луговые, сосновые сообщества) произрастают *Helianthus tuberosus*, *Galega orientalis*, *Sarothamnus scoparius*, *Angelica officinalis*, *Rumex confertus*, *Quercus rubra*, *Galinsoga parviflora*.

В окрестностях бывшей деревни Новые Задворцы (ныне территория г. Бреста) выявлены *Solidago canadensis*, *Helianthus tuberosus*.

На территории микрорайонов Вулька и Южный г. Бреста произрастают вдоль дорог и водоемов, на пустырях, в зеленых насаждениях *Ambrosia artemisiifolia*, *Sambucus nigra*, *Galinsoga parviflora*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Angelica officinalis*, *Xanthium albinum*, *Acer negundo*, *Impatiens parviflora*, *Hippophae rhamnoides*, *Festuca arundinacea*, *Oenothera biennis*, *Reynoutria japonica*, *Robinia pseudoacacia*, *Cornus alba*, *Populus alba*, *Phragmites australis*, *Rumex confertus*.

Таким образом, на обследованной территории были выявлены 34 вида, относящиеся в Беларуси к категории инвазионных растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Растения-агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси / Д. В. Дубовик [и др.]. – Минск : Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2017. – 190 с.
2. Муравский, С. Распоясавшиеся чужаки / С Муравский // Родная прырода. – 2012. – № 10. – С.8–11.
3. Распространение некоторых инвазивных растений в Белорусском Полесье / О. М. Масловский [и др.]. – Пинск: УО «Полесский государственный университет», 2015. – Ч. 2. – С. 11–14.

УДК 504.054

Т.А. ЛИШУГА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.С. Ступень, канд. тех. наук, доцент

МОНИТОРИГ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НА СЗАО «КВАРЦМЕЛПРОМ»

В настоящее время происходит активное антропогенное воздействие на природную среду. Охрана воздушной среды от загрязнений промышленными выбросами является важнейшей социальной и общественной задачей, входящей в комплекс задач глобальной проблемы охраны природы и улучшения использования природных ресурсов.

Регулирование выбросов в атмосферу осуществляется путем установления максимально допустимых концентраций (ПДК) выбросов вредных веществ [1]. Нормы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух установлены в государственном стандарте, и должны учитываться при установлении и контроле предельно допустимых выбросов стационарных источников загрязнения атмосферы [2]. Для веществ, особенности взаимодействия которых на человека недостаточно изучены, установлены приблизительно допустимые концентрации. На уровне ниже ПДК, риск заболевания или отравления токсическими веществами незначительны. Пороговые концентрации вредных веществ вызывают влияние токсического воздействия с вероятностью не менее 16 % [1].

СЗАО «КварцМелПром» – предприятие, специализирующееся на производстве строительных материалов (в частности, изделий из силикатного бетона: кирпичи, камни, крупноформатные блоки). В процессе работы данного предприятия в атмосферный воздух выделяется большое количество различных загрязняющих веществ (оксид углерода, оксид азота, диоксид азота, твердые частицы летучей золы и несгоревшего топлива), которые загрязняют атмосферы и негативно влияют на живые организмы.

Цель исследований: провести мониторинг выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на СЗАО «КварцМелПром».

Результаты исследований.

Проведен анализ валового квартального выброса за период 2015–2017 г. по веществам:

- оксид углерода;
- оксид азота (IV);
- оксид азота (II);
- пыль неорганическая <70% SiO₂.

Для наглядности значения выбросов по данным веществам по кварталам приведены на рисунках 1–4.

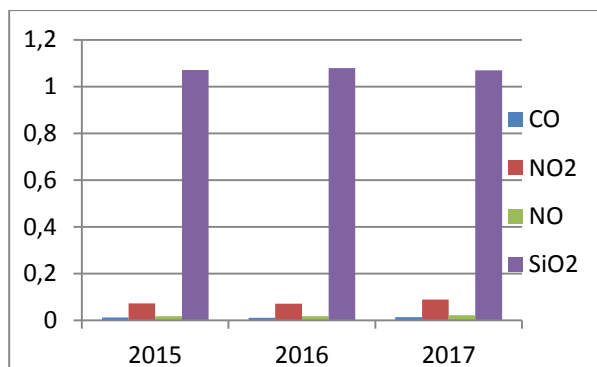


Рисунок 1 – Валовый выброс веществ за 1 квартал

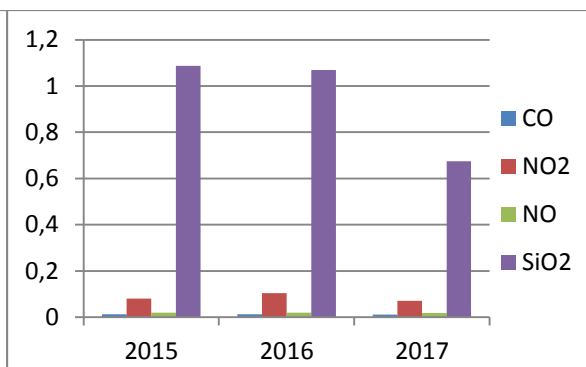


Рисунок 2 – Валовый выброс веществ за 2 квартал

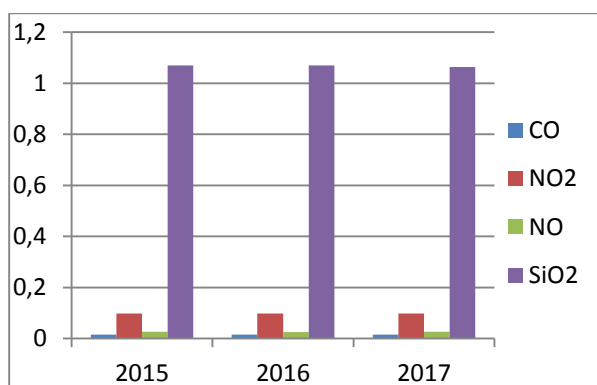


Рисунок 3 – Валовый выброс веществ за 3 квартал

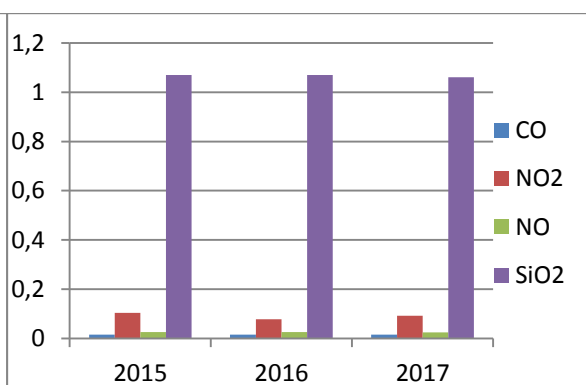


Рисунок 4 – Валовый выброс веществ за 4 квартал

За период 2015–2017 гг. концентрации выбросов рассмотренных веществ находятся примерно на одинаковом уровне, не выходят за рамки ПДК.

По графикам видна тенденция к увеличению концентраций данных веществ в 3 квартале (с июля по август) что обусловлена наиболее сухим климатом в данный период года. По-видимому, не достаточно влажности для оседания данных веществ.

Среди рассмотренных загрязнителей наибольшая концентрация неорганической пыли, которая не менее чем на 70 % состоит из оксида кремния SiO_2 .

Среднегодовые концентрации (за 4 квартала) по данным показателям отражены в таблице 1.

Таблица 1– Среднегодовые концентрации веществ

Год/показатель	CO	NO ₂	NO	SiO ₂
2015	0,01425	0,088513	0,022427	1,074589
2016	0,013581	0,087789	0,021947	1,069708
2017	0,013635	0,08561	0,020226	0,967439

В период с 2015 по 2017 г. наблюдается тенденция к уменьшению содержания в воздухе концентраций данных веществ (рисунок 5) что обусловлено меньшей производительностью предприятия в последние годы.

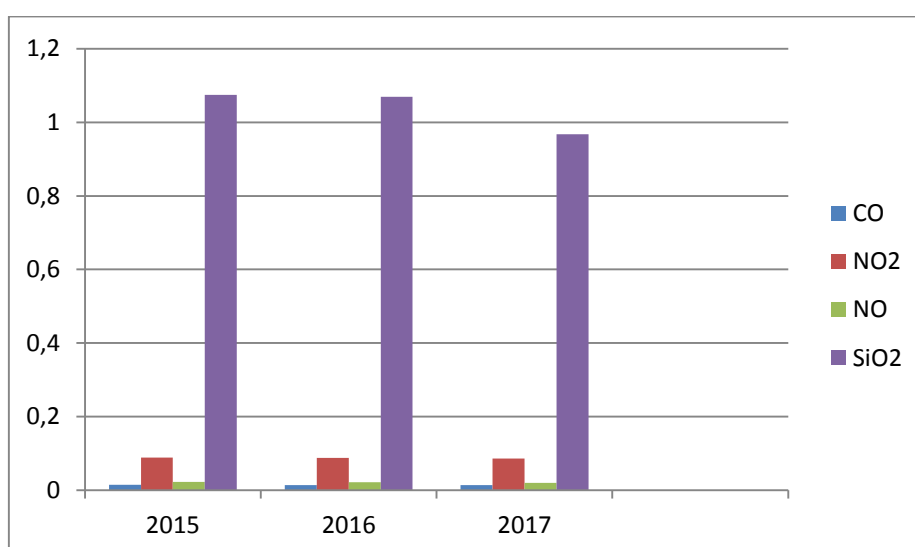


Рисунок 5 – Среднегодовые концентрации веществ

Выводы. В процессе деятельности предприятия СЗАО «КварцМел-Пром» в атмосферный воздух выделяется большое количество различных загрязняющих веществ (оксид углерода, оксид азота, диоксид азота, твердые частицы летучей золы и несгоревшего топлива), которые загрязняют атмосферу и негативно влияют на живые организмы.

По результатам стационарных наблюдений и непрерывных измерений на автоматических станциях, состояние атмосферного воздуха в 2015–2017 гг. соответствует установленным нормативам [2].

Прослеживается тенденция к увеличению концентраций данных веществ в 3 квартале, которые характеризуется наиболее сухим климатом. В период с 2015 по 2017 г. наблюдается тенденция к уменьшению содержания в воздухе концентраций данных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nechausov, A. S. The information model of the system for local atmospheric air pollution monitoring / A. S. Nechausov // Системы обработки информации. – 2016. – № 2 (139). – 6 с.
2. СТБ 1626.1-2006. Установки котельные. Установки, работающие на газообразном, жидком и твердом топливе. Нормы выбросов загрязняющих веществ. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2006. – 11 с.

УДК 504.054

А.О. ЛУКОВЕЦ

Брест, БрГТУ

Научный руководитель: Н.Н. Шешко, канд. техн. наук, доцент

СОПОСТАВИМЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КУРИНОГО ПОМЁТА (НА ПРИМЕРЕ ПТИЦЕФАБРИКИ «ДУБРАВСКИЙ БРОЙЛЕР»)

Промышленное птицеводство в Беларуси является наиболее динамично развивающейся отраслью сельского хозяйства. Значительная часть производства сосредоточена на предприятиях с полным циклом, которые занимаются выводением цыплят, выращиванием, убоем, переработкой мяса и реализацией продукции.

Планы по развитию птицеводческой отрасли входят в Государственную программу развития аграрного бизнеса в Беларуси на 2016-2020 годы, утвержденную Постановлением Правительства.

На данный момент в Брестской области существует 7 птицефабрик.

Таблица 1– Характеристика птицефабрик Брестской области

Птицефабрика Западная	На данный момент производство остановилось.
ОАО "Барановичская птицефабрика" "Златко"	240 тысяч посадочных птицемест кур-несушек и сбором 45 млн. яиц в год.
ОАО «Птицефабрика «Дружба»	158 птичников для одновременного содержания 2,9 млн. голов бройлеров, 189 тысяч голов кур-несушек племенного стада, 89 тыс. голов ремонтного молодняка.
Оранчицкая птицефабрика	5 птичников для кур-несушек на 260 тысяч посадочных мест и 2 птичника для выращивания суточных цыплят на 116 тысяч посадочных мест.
Птицефабрика "Дубравский бройлер"	5,7 миллионов бройлеров в год
ОАО "Кобринская птицефабрика"	250 - 300 тыс. яиц в день (1,28 тыс птицемест)
«Птицефабрика Медновская»	2,5 млн птицы в год

Одной из сложных и трудно решаемых проблем сегодня для многих птицефабрик является проблема утилизации птичьего помёта. В советский период строились громоздкие помётохранилища в надежде, что впоследствии пометная масса будет использоваться в качестве удобрения.

Однако на практике строительство хранилищ оказалось нецелесообразно, так как не учитывался такой фактор как заполнение хранилища осадками или поверхностными водами, что оказывало нагрузку на окружающую среду.

К примеру, на птицефабрике «Дубравский бройлер» количество отходов за год составляет 15 509,13 т.

Таблица 2 – Годовое количество помёта птицефабрики «Дубравский бройлер»

Условия содержания	Кол-во птичников, шт.	Поголовье в птичнике, шт.	Кол-во птиц в год, шт.	Кол-во помета в год, тонн
Напольное содержание	13,00	24 000,00	2 028 000,00	5 536,44 (без учета массы)
Клеточное содержание	5,00	80 000,00	2 600 000,00	7 098,00
Ремонтный молодняк (напольное содержание)	6,00	13 000,00	156 000,00	1 384,11 (без учета массы соломы)
Родительское стадо (напольное содержание)	12,00	7 000,00	84 000,00	1 490,58 (без учета массы соломы)
Итого:				15 509,13

По приблизительным расчётам суммарно в Брестской области образуется 25500 т отходов куриного помёта, который не имеет необходимой (правильной) утилизации.

Куриный помёт имеет следующие характеристики: в среднем при напольном содержании количество помета составляет 0,065 кг в сутки. Соотношение помет/подстилка при напольном содержании составляет: 1 часть помета / 1 часть подстилки, в качестве подстилки используется пшеничная солома. Такое же количество помета образуется и при клеточном содержании. Однако при клеточном содержании помет не имеет посторонних включений и характеризуется другими физико-химическими показателями [3].

Большое количество куриного помёта требует разработки комплекса мероприятий, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду данных отходов производства.

На сегодняшний день существует множество способов утилизации органических отходов:

1. Компостирование. В основе приготовления компоста лежит процесс разложения. В ходе этого процесса происходит распад органической

массы на отдельные составляющие, также образуются новые сложные субстанции- биологически активные вещества и гумус.

2. Метод сухой экструзии. Экструзия – процесс, совмещающий термо-, гидро- и механохимическую обработку сырья. Из термообработанных отходов получают мясо-костную, мясную, кровяную, костную, перьевую муку.

3. Анаэробный процесс биоконверсии. При анаэробном процессе биоконверсии органических веществ отходов животноводства и птицеводства получают биогаз [2].

4. Процесс плазменной газификации. Данная технология позволяет получить дополнительную энергию, также способствует сокращению веса твёрдого вещества. Применение низкотемпературной плазмы-одно из перспективных направлений в области утилизации отходов, так как в этом случае достигается высокая степень обезвреживания отходов канцерогенных веществ, на которые установлены жесткие нормы ПДК в воздухе, почве, воде [1].

5. Технология термической деполимеризации позволяет из органических и углеводородных отходов птицеводства получать твёрдое, жидкое и газообразное топливо, некоторые химикаты и удобрения. С помощью данного способа можно утилизировать павших животных, остатки кормов, помёт, подстилку и стоки.

6. Вермикультивирование – это экологически и экономически целесообразный метод по утилизации органических отходов, в результате которого субстрат, приготовленный на основе смеси помёта с целлюлозосодержащими компонентами путем переработки их дождевыми червями, превращается в вермикомпост.

7. Использование личинок мух. Экологически чистая технология утилизации нативных органических отходов с помощью личинок домашней мухи.

8. Вакуумная сушка. Данный способ применяют для ликвидации многолетних накоплений помётных стоков, при производстве сухого помёта. Затраты на получение сухого помёта зависят от влажности помётной массы [2].

Как правило, цель каждого предприятия заключается в получении прибыли. Когда предприятие покупает сырье у поставщиков и производит продукцию, оно будет продавать ее по новой цене или с учетом добавленной стоимости. Таким образом, добавленная стоимость – это стоимость только что созданных новых благ. Проведем расчет добавленной стоимости при приведённых выше способах утилизации куриного помёта, а также оценим достоинства и недостатки каждого из способов утилизации.

Таблица 3– Сравнительная характеристика способов утилизации куриного помёта

Способ утилизации	Достоинства	Недостатки	Добавленная стоимость руб. в год на 1 т. отходов помета
Компостирование (Россия)	-образующийся компост содержит большое количество питательных элементов; -простые и дешевые технологии; -уменьшает потери питательных компонентов	-в естественных условиях процесс компостирования протекает медленно; -необходимость использования попутно используемых компонентов (торф, солому опилки); - компостные кучи требуют много места; -использование специальной техники	S=998,5
Метод сухой экструзии (США, Канада, Польша, Россия)	-не требует длительного периода времени; -выпускаемый продукт является полноценным кормом; -улучшение роста бройлеров и повышение яйценоскости у кур-несушек.	-отрицательно сказывается на качестве продукта; -необходимо специальное оборудование; -разрушается часть белка, а следовательно снижается перевариваемость;	S=985
Анаэробный процесс биоконверсии (Китай, Индия, Дания, Германия, Австрия, Италия)	-наличие источника сырья для получения топлива; -получение биогаза, тепловой и электроэнергии; -снижение зависимости от поставщиков ископаемых видов топлив; - получаемая масса может использоваться в качестве удобрения	-дорогостоящие установки; -состав помёта не должен содержать антибиотиков или др. препаратов; -использование метанобразующих бактерий; -длительный процесс	S= 19997,5
Процесс плазменной газификации	-энергонезависимый процесс; -универсальность по отношению к типу перерабатываемого вещества; -малые габаритные размеры установок; -плазмообразующим паром является водяной пар -в газе отсутствуют окислы азота и кислород, поэтому газ не взрывоопасен.	-низкая энергоэффективность технологического процесса, по сравнению с прямым сжиганием отходов; -дополнительные издержки на переработку шлака, дальнейшее использование которого вызывает большие сомнения; -низкий ресурс работы плазмотронов	S=977,5

Технология термической деполимеризации (США)	- безопасная утилизация павших животных, подстилку и т.д -получение топлива аналогичного дизельному	-	S=987
Вермикультивирование (США, Англия, Япония, Италия)	-экологически чистый способ переработки; -высокая скорость переработки червями; -получение экологически чистого удобрения, повышение урожайности, обогащение почвы питательными элементами; -незначительные экономические затраты	-необходимы участки для накопления отходов; -необходимы специализированные средства механизации;	S=998,6
Использование личинок мух	-получение высокоэффективного органического удобрения; -увеличение урожайности; -гибнут вредители; -незначительные экономические затраты	-необходимы участки для накопления отходов; -многостадийная обработка птичьего помета;	S=1000
Вакуумная сушка	-сохранение полезных химических элементов в органических удобрениях; -отсутствие влагопоглощающих компонентов; -незначительные экономические затраты	-сточная вода от сушки нуждается в очистке; -зависимость затрат от влажности	S=990

На основании оценки нагрузки птицефабрик Брестской области (в частности, предприятия ОАО «Дубравский бройлер») на окружающую среду выявлено, что ежегодно образуется 25500 т отходов помёта. Данное сырьё кроме экологической нагрузки имеет значительную экономическую ценность. При этом не все предприятия извлекают выгоду из данного вида отходов. Размещение помёта на территории прилегающих к производственным предприятиям строго регламентировано в ЕС Европейской директивой в связи с высокими рисками загрязнения почв и почвенной влаги [4].

В работе приведен сравнительный анализ способов утилизации отходов, который показал, что практически все существующие методы имеют преимущества, проявляющиеся в конкретных условиях. В частности, для решения проблемы утилизации отходов задействованы методы переработки, включая рециклинг, переработку и компостирование. Однако переработка отходов с выработкой электрической и тепловой энергии является основным и завершающим этапом на пути комплексного решения проблемы санитарной очистки от отходов.

Способы, обеспечивающие извлечение энергии/биогаза или получение биогумуса, можно выделить как наиболее перспективные с позиции внедрения в производство. Рассмотрев их положительное и отрицательное воздействие на окружающую среду можно заключить, что наиболее эффективным способом переработки данного вида отходов является компостирование и вермикюльтивирование.

С точки зрения экономической целесообразности наиболее эффективным методом переработки является анаэробный процесс биоконверсии, как имеющий наибольшую добавленную стоимость 19997,5 руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тугов, А.Н. О целесообразности использования плазменных технологий / А.Н.Тугов, В.Ф. Москвичев // Твердые бытовые отходы. – 2014. № 9. – С. 44–47.
2. Технологические направления по переработке органических отходов / Миронов С.Ю. [и др] // Электронный журнал Курского государственного университета. – 2017. – С. 1–13.
3. Лысенко В. Национальный стандарт на птичий помет / В.Лысенко // ВНИТИП – 2010. – 17 с.
4. Poultry litter valorization to energy/ P. De Filippis [et al.] // WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering. – 2015. – Vol 84. – P. 185–191.

УДК 577.175.1

Т.А. ЛУЦЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Е.Г. Артемук, канд. биол. наук, доцент

ГОРМОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ БРАССИНОСТЕРОИДОВ

В мировом земледелии наблюдается прямая зависимость уровня сельскохозяйственного производства от применения средств химизации и регуляторов роста, что позволяет заметно ослабить влияние неблагоприятных погодных условий, повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Важной стороной действия регуляторов роста растений является улучшение качества продукции и увеличение урожайности за счет улучшения условий для процессов генеративного развития растений, повышения устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды (недостаток влаги, низкие или высокие температуры, болезни, действие радионуклидов и др.), улучшение посевных качеств семян. Способность регуляторов наряду с функцией регуляции роста, осуществлять роль защиты растений предсказывает им еще большие перспективы использования в растениеводстве. Все они влияют на деление клеток, процессы адаптации к старению, транспорт веществ, дыхание, синтез нуклеиновых кислот и белков и многие другие процессы [1].

Существенным фактором дальнейшего повышения урожайности сельскохозяйственных культур является применение регуляторов роста класса brassinosteroidов. Впервые brassinosteroidы были обнаружены в растениях и выделены в кристаллическом виде в 70-х годах прошлого столетия, действуют в исключительно малых концентрациях (10^{-12} – 10^{-7} М) [1]. Исследования brassinosteroidов и их аналогов в Беларуси проводились в начале 1980-х годов академиком А. А. Ахремом совместно с Ф. А. Лахвичем и В. А. Хрипачем. В результате был разработан метод синтеза brassinosteroidов – эпибрассинолида, гомобрассинолида и других веществ [2].

Брассиностероиды – фитогормоны класса стероидов, поддерживающие нормальное функционирование иммунной системы растений, особенно в неблагоприятных условиях (низкие температуры, заморозки, затопление, засуха, болезни, засоление почвы). Они представляют собой группу гормонов, ответственных за протекание широкого спектра биологических процессов в растительных клетках, являются регуляторами роста растений и адаптогенами, сокращают период вегетативного роста, способствуют увеличению размера и числа плодов, улучшению пищевой ценности и ка-

чества плодов, повышению урожайности, увеличению устойчивости растений ко всем видам стресса [3].

Препараты на основе brassinosteroidов, являясь экологически безопасными, способствуют повышению экологической чистоты продукции, снижая в ней накопление нитратов, тяжелых металлов, радионуклидов и других поллютантов. Благодаря минимальным нормам расхода они позволяют снизить экологическую нагрузку на окружающую среду [1].

Имеется немало данных, полученных на разных растительных объектах, как модельных системах, так и целых растениях в онтогенезе, которые свидетельствуют о влиянии brassinosteroidов на содержание разных групп фитогормонов [2]. Они могут оказывать быстрое воздействие в целом на гормональный статус растений, вызывая изменения в содержании тех или иных фитогормонов, в комплексе с которыми они, вероятно, участвуют в регуляции разнообразных процессов в растительном организме. Кроме того, экзогенные brassinosteroidы могут эффективно действовать в растениях в качестве иммуномодуляторов при применении в оптимальных концентрациях и в специально подобранных стадиях развития растений, очевидно, различных в зависимости от культуры, условий произрастания, с учетом необходимых агротехнических приемов [4].

Применение brassinosteroidов в физиологически активной концентрации, их экологическая безопасность, понимание молекулярных механизмов их деятельности, синтез естественных и искусственных brassinosteroidов в скором времени позволят в полной мере использовать эти вещества в сельскохозяйственной практике, благодаря их специфическому ростстимулирующему действию, положительному влиянию на урожайность и на устойчивость к биотическому и абиотическому стрессам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ходянков, А. А. Комплексное применение brassinosteroidов, макро-, микроудобрений и пестицидов на льне масличном : рекомендации / А. А. Ходянков [и др.]. – Горки : БГСХА, 2013. – 42 с.
2. Хрипач, В. А. Перспективы практического применения brassinosteroidов – нового класса фитогормонов / В. А. Хрипач [и др.] // С.-х. биология. – 1995. – №1. – С. 3–11.
3. Деева, В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В. П. Деева. – Минск : Белорус. наука, 2008. – 133 с.
4. Шакирова, Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и её регуляция / Ф. М. Шакирова. – Уфа : Гилем, 2001. – 160 с.

УДК 502.175:630*235.41(476.2-37ПЕТРИКОВ)

Е.В. МАЗАЙ

Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины

Научный руководитель: О.В. Ковалева, канд. биол. наук, доцент

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ ДВУХ ТИПОВ ЛЕСА НА ТЕРРИТОРИИ ПЕТРИКОВСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Растительный мир в природном комплексе нашей планеты, несомненно, составляет центральное звено. Растения определили формирование кислородной атмосферы Земли, возникновение животного мира и самого человека. Леса в процессе жизнедеятельности ежедневно перерабатывают ассимиляционным аппаратом до 500 тыс. м³ воздуха на 1 га леса [1]. Выполняя санитарно-гигиенические, шумозащитные, поглощающие, архитектурные, хозяйственно-экономические и другие функции, зеленые насаждения несут огромную нагрузку. Возможности их многогранны, но они небеспредельны. Растения отрицательно реагируют на наличие в воздухе даже таких малых доз токсических веществ, которые у людей и животных не оставляют видимых признаков отравлений. То есть, они выполняют индикаторную функцию.

Изучение состояния древостоя двух типов леса (сосновый мшистый и лиственный) на территории Петриковского района Гомельской области осуществлялось в 2017 г. Исследования проводили стандартными методами – закладывали пробные площадки (20×20 м); определяли видовую принадлежность деревьев; оценивали состояние отдельных деревьев каждого вида по внешним признакам по 5-балльной шкале на основе визуальных наблюдений; определяли коэффициенты состояния древесных пород для каждого вида деревьев (К1, К2, К3 и т.д.); определяли коэффициенты состояния лесного древостоя в целом (К) по градации: К < 1,5 – здоровый древостой; К = 1,6 – 2,5 – ослабленный древостой; К = 2,6 – 3,5 – сильно ослабленный лес; К = 3,6 – 4,5 – усыхающий лес; К > 4,6 – погибающий лес [2].

Установлено, что под лесом занято 56 % земель района. Всего насчитывается около ста видов березовых, хвойных и дубовых пород. Преобладающей породой (более 64 %) является сосна, на втором месте – дуб (более 17 %), на третьем – ольха черная – 8, 6% (рисунок 1).

Сосновый мшистый лес. Местоположение заложённой пробной площадки: 1 км на северо-восток от Залесского лесничества, на высоте свыше 140 м над уровнем моря. Вид леса смешанный, сомкнутость крон составля-

ет 50 %. Вид деревьев, который преобладает в первом ярусе и первом подъярусе – сосна, со средним диаметром 30,5 см и средней высотой 20,4 м. Второй ярус – ярус подроста. Его составляют сосна и береза, средняя высота деревьев 95 и 100 см соответственно. Визуальные наблюдения показали следующее. Большинство деревьев сосны на участке здоровые, без внешних признаков повреждения и болезней, величина прироста соответствует норме. Для деревьев березы отмечены отдельные сухие ветви, светло-зеленые мелкие листья, редкая крона, прирост уменьшен или отсутствует.

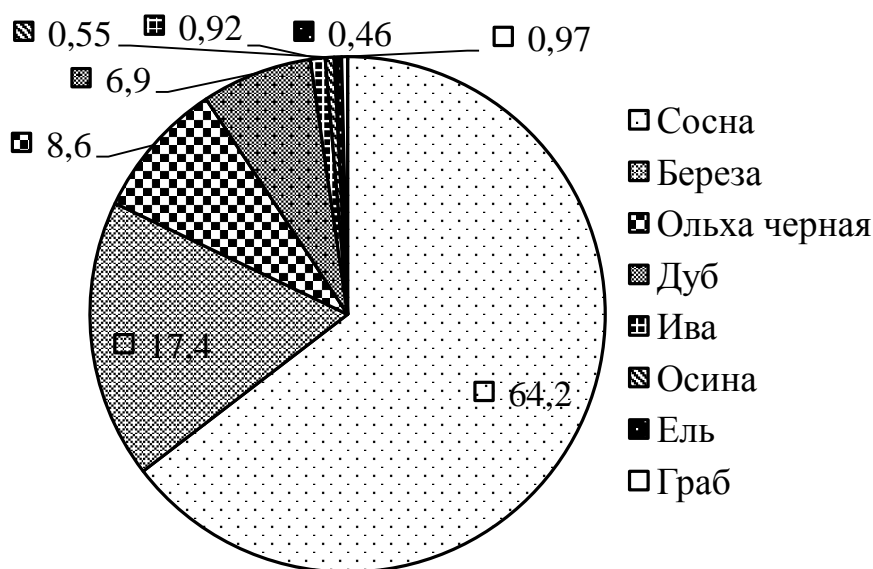


Рисунок 1 – Структура лесного фонда района (в процентах)

Коэффициенты состояния (K1, K2 и т.д.) для каждого вида:

$$K_{\text{сосна}} = \frac{9}{6} = 1,5, \quad K_{\text{береза}} = \frac{6}{3} = 2.$$

Коэффициент состояния лесного древостоя в целом (K) как среднее арифметическое коэффициентов состояния отдельных видов деревьев на пробной площадке:

$$K = \frac{1,5+2}{2} = 1,75.$$

Значит, состояние леса на данном участке – ослабленный древостой. Ослабление древостоя вызвано несколькими причинами: нахождение участка на возвышенной местности; в последние годы в непосредственной близости от него проводилась активная мелиорация земель; в течение последних нескольких лет на участке выявлено массовое распространение жука-короеда. Именно по

причине массового развития вредителя и с целью предотвращения его дальнейшего распространения в 2018 г. здесь планируется вырубка леса.

Лиственный лес. Местоположение данного участка: в 2 км от г. Петриков на юго-запад. Вид леса смешанный, сомкнутость крон составляет 80 %. Преобладающий вид деревьев в первом ярусе и первом подъярусе – граб, средний диаметр – 30 см, средняя высота – 20 м. Второй ярус – ярус подраста. Его составляют осина и дуб, средняя высота деревьев 15 и 10 м соответственно. Визуальными наблюдениями установлено, что 50 % деревьев граба здоровые, без внешних признаков повреждения, у остальных 50 % деревьев отмечено незначительное усыхание листвы, изреженная крона, листья с желтым оттенком, значительное усыхание ветвей. Крона деревьев осины слабоажурная, некоторые ветви сухие, листья с желтым оттенком. Деревья дуба здоровые, без внешних признаков повреждения.

Коэффициенты состояния (K1, K2 и т.д.) для каждого вида:

$$K_{\text{осина}} = \frac{11}{6} = 1,8, \quad K_{\text{дуб}} = \frac{1}{1} = 1, \quad K_{\text{граб}} = \frac{17}{10} = 1,7.$$

Коэффициент состояния лесного древостоя в целом:

$$K = \frac{1,8+1+1,7}{3} = 1,5.$$

Значит, состояние леса на данном участке – здоровый древостой.

Таким образом, изучение состояния древесных насаждений в двух типах леса (сосновый мшистый и лиственный) на территории Петриковского района Гомельской области показало, что участок, подверженный различным внешним факторам, в том числе, антропогенным, характеризуется ослабленным древостоем. На участке, не подверженном такому выраженному воздействию, произрастает в целом здоровый древостой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов, В.И. Растения и чистота природной среды / В.И. Артамонов. – М.: Наука, 1986. – 172 с.
2. Практикум по экологии: учеб. пособие / С.В. Алексеев, Н. В. Груздева, А. Г. Муравьев, Э. В. Гущина; [под общ. ред. С.В. Алексеева]. – М.: АО «МДС, 1996. – 189 с.

УДК 504.5

О.И. МАНЦЕВИЧ

Минск, БГПУ им. М. Танка

Научный руководитель: В.Л. Андреева, канд. с/х наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Современный город необходимо рассматривать как систему взаимосвязанных производственных функций в сфере промышленного производства, транспорта, управления и политики, при этом городская среда весьма часто становится агрессивной для человека [1,10]. Среди факторов прямого действия на окружающую среду загрязнение воздуха занимает одно из ведущих мест. Стремительное развитие транспорта привело к существенному увеличению уровня антропогенной нагрузки, особенно, на урбанизированные территории.

На долю автотранспорта в ряде регионов приходится свыше 80% общего объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [3].

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [8], 30% всех заболеваний человека, связаны с воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды. Здоровье населения определяется как внутренними (генетических), так и внешними (социальных, экономических, экологических) факторами. При оценке воздействия атмосферных загрязнений на здоровье населения выделяют два вида последствий: краткосрочные и долгосрочные. К первой категории относятся раздражение глаз, носа и горла, заболевания дыхательных путей (бронхит, пневмония и т.п.), ко второй – хронические заболевания дыхательных путей, рак легкого, болезни сердечно-сосудистой, центральной нервной системы, печени и почек.

Дыхательная система человека имеет ряд механизмов, помогающих защитить организм от воздействия загрязнителей воздуха. Это и микровороски, способные отфильтровывать крупные частицы, а также слизь, захватывающая микрочастицы и нейтрализующая некоторые химические компоненты. Механизм непроизвольного чихания и кашля способствует удалению раздражителей дыхательной системы [2].

Особенности воздействия на организм человека продуктов внутреннего сгорания [2]:

1. Сернистый ангидрид оказывает пагубное влияние на слизистую оболочку верхних дыхательных путей, вызывает бронхиальную закупорку.

2. Оксиды азота отрицательно воздействуют на легкие и органы зрения. При длительных воздействиях на организм человека происходит нарушение дыхательных функций.

3. Монооксид углерода соединяясь с гемоглобином крови, препятствует её насыщению кислородом; при этом вызывая ослабление зрения, дезориентацию в пространстве.

4. Основными представителями альдегидов, поступающих в атмосферный воздух с выбросами автомобилей, являются формальдегид и акролеин. Действие формальдегида характеризуется раздражающим эффектом по отношению к нервной системе. Он поражает внутренние органы и антивирует ферменты, нарушает обменные процессы в клетке путем подавления цитоплазматического и ядерного синтеза.

5. Биологическое действие фотооксидантов (смесь озона, диоксида азота и формальдегида) на клеточном уровне подобно действию радиации, вызывает цепную реакцию клеточных повреждений.

6. Свинец — влияет на кровеносную, нервную и мочеполовую системы; вызывает снижение умственных способностей у детей, откладывается в костях и других тканях, поэтому опасен в течение длительного времени.

7. Сернистые соединения оказывают раздражительное действие на слизистые оболочки горла, носа и глаз человека.

8. Альдегиды раздражают слизистые оболочки, дыхательные пути, поражают центральную нервную систему.

Установлено, что дети, проживающие в кварталах, примыкающих к перекресткам с интенсивным движением, характеризуются более высоким уровнем неканцерогенного риска и общей заболеваемости [11].

Исследования датских ученых показало, что длительное воздействие загрязненного атмосферного воздуха может повысить риск развития хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) [13]. По данным ВОЗ, на уровень здоровья людей влияет близость автотрасс и концентрация в воздухе выхлопных газов [4]. Так, люди, проживающие в пределах 30 метров от автомобильных дорог с интенсивным движением (более 30000 авт./сут), подвержены воздействию более высоких концентраций аэрозолей ультрадисперсных частиц, сажи, оксида углерода, оксидов азота, а в ряде случаев летучих органических соединений и полициклических ароматических углеводородов, по сравнению с жителями, проживающими на расстоянии более 200 м от автомагистралей [14]. Доказано неблагоприятное влияние атмосферных загрязнений на здоровье беременных женщин, течение беременности, родов и здоровье новорожденного. Показана более высокая чувствительность плодов мужского пола к неблагоприятному действию атмосферных загрязнений, что зачастую может приводить к росту невынаши-

вания среди женщин, беременных мальчиками, нарушению традиционного соотношения полов и феминизации популяции [5]. Показано действие загрязненного воздуха на гипотрофию новорожденных. В литературе имеются данные о том, что проживание беременных женщин в непосредственной близости от главной дороги (в пределах 200 м) повышает риск преждевременных родов и гипотрофии новорожденных. Отмечено, что загрязнение атмосферного воздуха замедляет темпы физического развития детей дошкольного возраста [9,7] и подростков, и замедляет процессы биологического созревания [6]. Дети, как правило, чаще болеют респираторными заболеваниями, чем взрослые. Они длительно пребывают на одной и той же территории в месте своего проживания и больше времени проводят на открытом воздухе и, как правило, более активны, следовательно, получают относительно большие дозы атмосферных загрязнений, чем взрослые [11].

Неблагоприятно воздействует на организм человека шум, который является виновником более 70% нервных расстройств жителей городов, вызывает развитие усталости, раздражительности, бессонницы, сердечно-сосудистых заболеваний [8].

Таким образом, можно говорить о том, что действие токсичных компонентов автомобильных выбросов на человеческий организм разнообразно: от незначительных неприятных ощущений до раковых заболеваний. Степень воздействия зависит от их концентраций в атмосфере, состояния человека и его индивидуальных особенностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипин, Н.А.. Урбанизация и здоровье населения: экологический аспект / Н.А. Антипин // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2010. – Вып. 1, №1. – С.137–142.

2. Алексеев, Н.Т. Автотранспортные потоки и окружающая среда / Н.Т Алексеев. – М.: 1999. – 84.

3. Васильева, М.В. Влияние выбросов от автотранспорта на качество атмосферного воздуха и здоровье населения Воронежской области / М.В.Васильева, Е.П.Мелихова, А.А.Натарова // Наука. Мысль. – 2016. – №. 7–1. – С. 24–28.

4. Голохваст К.С. Выбросы автотранспорта и экология человека (обзор литературы) / К.С.Голохваст, В.В.Чернышов, С.М.Угай // Экология человека – 2016. №1. – С. 9–14.

5. Канн, Н. Е. Состояние внутриутробного плода и ранняя адаптация новорожденных в зависимости от пола и предлежания плода: автореф. дисс. канд. мед.наук / Н. Е. Канн. – Владивосток, 2003. – 18 с.

6. Карелин, А.О. Адаптация организма к действию химических загрязнений атмосферного воздуха / А.О. Карелин, А.А. Кузнецов, В.Н. Масычев // Механизмы функционирования висцеральных систем: Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 150-летию со дня рождения ак. И.П. Павлова. – СПб, 1999. – С. 179.

7. Ким, А.В. Гигиеническая и медико-социальная оценка состояния здоровья подростков и обоснование новых форм лечебно-оздоровительных и реабилитационных мероприятий : автореф. дисс канд. мед. наук / А.В. Ким. – СПб, 1998. – 23 с.

8. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.

9. Орел, В.И. Комплексное влияние некоторых факторов окружающей среды на здоровье детского населения / В.И.Орел, В.И.Смирнова, А.В.Петров // Известия Самарск. науч. центра Рос. академии наук. – 2012. – Вып.14. – №5.–2. – С.402–404.

10. Тумуреева, Н.Н. Оценка влияния выбросов автотранспорта на качество атмосферного воздуха и здоровья населения г. Улан-Удэ / Н.Н. Тумуреева, С.Е. Санжиева. – Вестник Бурят. гос. ун-та. – 2015. – №4. – С. 237–242.

11. Хаскин, В.В. Экология человека: уч. пособие / В.В. Хаскин, Т.А. Акимова, Т.Ф. Трифонова. – М.: Экономика, 2008. – 367 с.

12. American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health, Ambient Air Pollution: health hazards to children // Pediatrics. – 2004. – Vol.114. – P. 1699–1707.

13. Andersen, Z.J. Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Long-Term Exposure to Traffic-related Air Pollution: A Cohort Study/ Z.J/ Andersen [et al] // Am J RespirCrit Care Med. – 2011. – Vol. 183. – P.455–461.

14. Roorda-Knape, M.C. Air pollution from traffic in city districts near major motorways/ M.C. Roorda-Knape [et al] // Atmospheric Environment. – 1997. – Vol. 8. – P. 298–303.

УДК 577.175.19

О.В. МИХНЮК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Колбас А.П., канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА ДИНАМИКУ РОСТА СОРГО ЗЕРНОВОГО В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

Влияние стероидных соединений исследовано недостаточно, особенно если речь идет о комплексном анализе морфологических, физиологических и биохимических параметров. Анализ влияния стероидных соединений на показатели всхожести, роста и развития растений в лабораторном эксперименте необходим для выявления наиболее чувствительных сортов и подбора оптимальных доз препаратов для полевого эксперимента. Исследование действия новых стероидных препаратов на морфометрические параметры сорго зернового позволит лучше понять механизм их воздействия на живые организмы [1].

Для изучения влияния различных концентраций брассиностероидов на рост и развитие перспективных сортов сорго зернового (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) были использованы семена двух сортов: *Biomass* и *Sucro* (Франция), показавших значительную эффективность в предыдущих опытах по фиторемедиации маргинальных почв.

С учетом изученных литературных данных и предыдущих исследований на других культурах была предложена следующая схема опыта: семена (по 100 штук) предварительно замачивали в течение 5 часов в растворах эпибрасинолида (ЭБЛ), гомобрасинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) с концентрациями 10^{-8} , 10^{-7} , 10^{-6} . В качестве контроля использовалась дистиллированная вода. Далее семена проращивали на дистиллированной воде в чашках Петри в термостате при 25° С. На четвертые сутки отмечали энергию прорастания семян, а на восьмые сутки – их всхожесть. Параллельно проводили учет длины корней и гипокотилия проростков [2].

Проведенные исследования показали, что наибольшее стимулирующее влияние на энергию прорастания и всхожесть семян сорго оказывал ЭБЛ в концентрации 10^{-6} (увеличение на 31% и 38 % соответственно). Обработка ЭБЛ и ГБЛ в повышенных концентрациях (10^{-6}) значительно усиливала рост как корней (36% и 42% соответственно) (Рисунок 1), так и стеблей (31% и 63% соответственно).

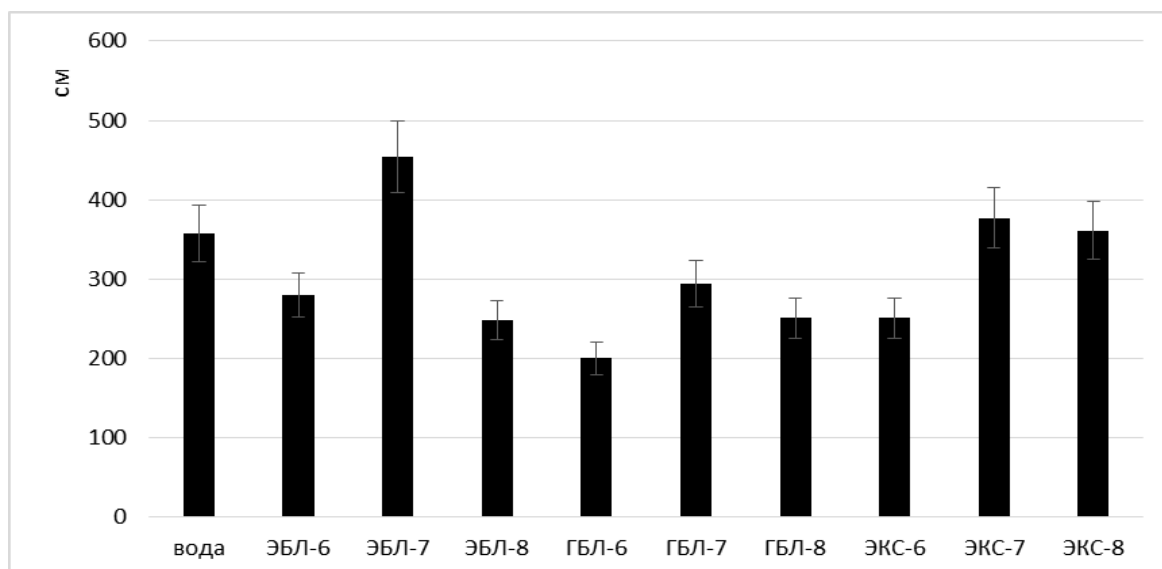


Рисунок 1 – Общая длина корней

В остальных случаях достоверных различий выявлено не было. В целом данная партия семян характеризовалась довольно низкой контрольной всхожестью (20-30%) (рисунок 2) [3].

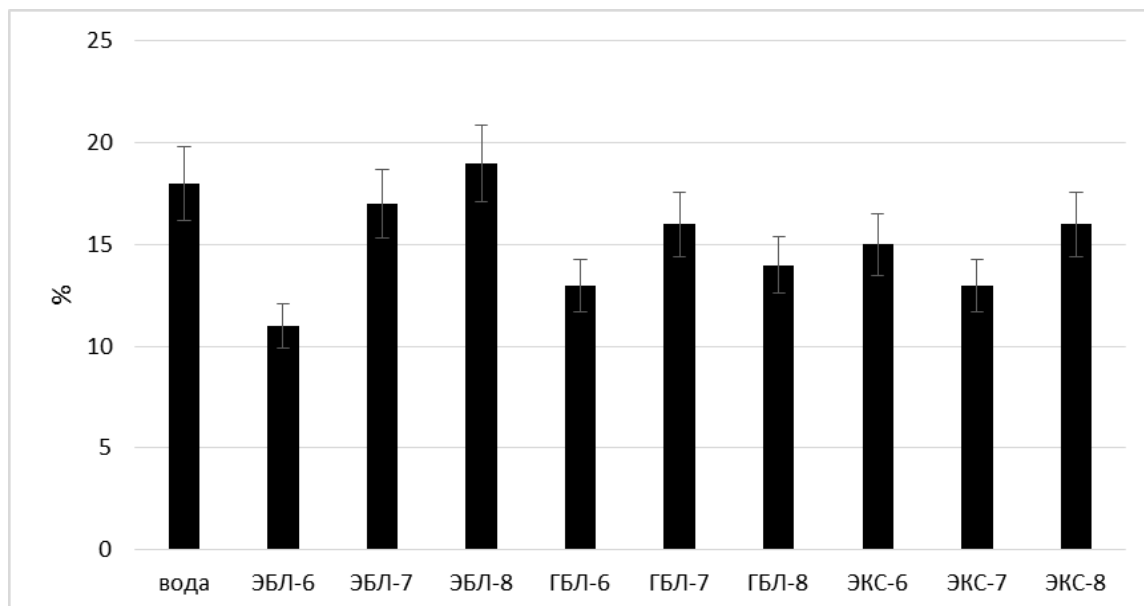


Рисунок 2 – Всхожесть

Сравнивая данные лабораторных и полевых экспериментов, приходим к выводу, что обработка ЭБЛ и ГБЛ в повышенных концентрациях (10^{-6} и 10^{-7}) усиливала рост как вегетативных, так и генеративных органов (рисунок 3).

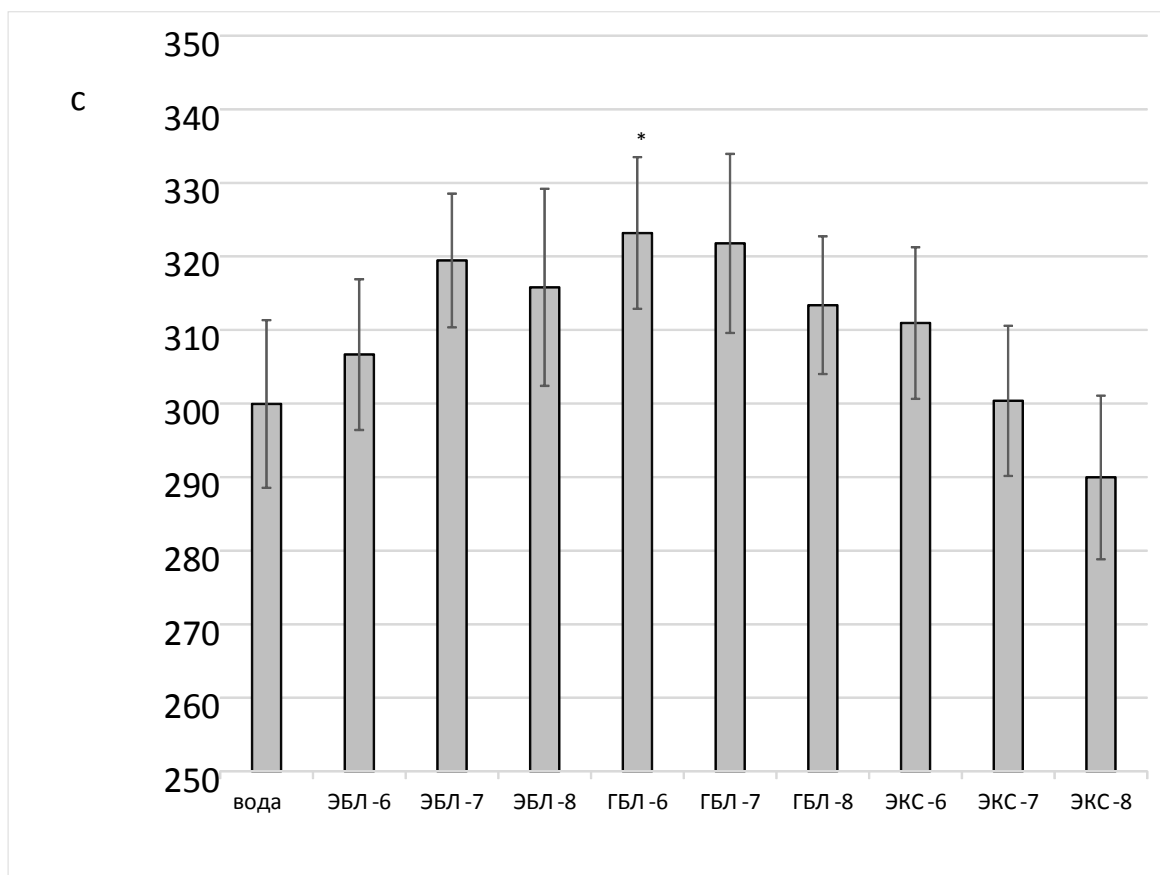


Рисунок 3 – Высота стеблей сорго зернового в конце вегетационного периода в полевом эксперименте

Дана характеристика сортоспецифичных реакций сорго зернового на применение трех видов brassinosteroidов в лабораторных условиях, разработана методика их последующего применения в полевых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В.А. Брассиностероиды / В.А. Хрипач, Ф.А. Лахвич, В.Н. Жабинский, Институт биоорганической химии АН БССР. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 287 с.
2. Михнюк, О.В. Определение динамики роста сорго зернового при действии brassinosteroidов в лабораторных условиях / О.В. Михнюк // Биологическая осень 2017: тезисы докл. Междунар. научной конф. молодых ученых, 9 ноября 2017 г. Минск, БГУ. – Минск: БГУ, 2017. – С. 195 – 197.
3. Михнюк, О.В. Влияние brassinosteroidов на динамику роста сорго зернового в лабораторных условиях / О.В. Михнюк // Биологически активные соединения в жизни человека – 2017: сб. мат. универс. студ. науч.-практ. конф., Брест, 14 декабря 2017 г. – Брест: БрГУ, 2018. – С. 68 – 70.

УДК 504.4.054(476)

Т.И. МОЖВИЛО

Брест, БрГТУ

Научный руководитель: А.А. Волчек, доктор геогр. наук, профессор

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТИ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Мониторинг поверхностных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием поверхностных вод по гидрологическим, гидрохимическим, гидробиологическим и иным показателям, оценки и прогноза его изменения в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных последствий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану поверхностных вод.

В настоящее время мониторингом поверхностных вод охвачено только 20,8 % крупных поверхностных водных объектов, находящихся на территории Брестской области, что недостаточно для объективной оценки качества поверхностных вод. Кроме того, пункты мониторинга расположены неравномерно. Так, в бассейне реки Неман на территории области не организованы пункты мониторинга на водотоках, что не позволяет проводить оценку качества воды в районе расположений городов Барановичи, Ивацевичи, Ляховичи.

Целью настоящей работы является оптимизация пунктов наблюдения сети мониторинга поверхностных вод на территории Брестской области для получения объективных сведений о состоянии поверхностных водных объектов.

Исходные данные и методика исследований. В работе использованы материалы Государственного водного кадастра Республики Беларусь, Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь за период 2010-2017 гг.

Для выработки принципов формирования сети пунктов наблюдений мониторинга поверхностных вод изучен международный опыт, в частности данные мониторинга поверхностных вод, сведения о точечных и рассредоточенных источниках загрязнения.

Исследования осуществлялись с применением методов системного и пространственного анализа, а также с использованием баз данных. Такое исследование позволило выработать предложения по оптимизации сети мониторинга поверхностных вод на территории Брестской области.

Результаты исследований. В Российской Федерации, согласно РД 52.24.309-2011 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши», пункты наблюдений организуют на водоемах и водотоках в следующих районах: расположения городов и крупных рабочих поселков, сточные воды которых сбрасываются в водоемы и водотоки; сброса сточных вод отдельно расположенными крупными промышленными предприятиями, территориально-производственными комплексами, организованного сброса сельскохозяйственных сточных вод; мест нереста и зимовья ценных и особо ценных видов промысловых организмов; предплотинных участков рек, являющихся важными для рыбного хозяйства; пересечения государственной границы и границ субъектов Российской Федерации; замыкающих створов больших и средних рек; устья загрязненных притоков больших водоемов и водотоков; не подверженных прямому антропогенному воздействию, в том числе на водоемах и водотоках, расположенных на территории государственных заповедников и природных национальных парков, являющихся уникальными природными образованиями.

В Европейском союзе, согласно Водной рамочной директиве, проведение мониторинга организовывается на следующих поверхностных водных объектах: если в пределах речного бассейна расход воды водотока и объем воды водоема значительны, включая точки на реках с площадью водосбора более 2 500 км² и крупные озера и водохранилища; на значимых водных объектах, пересекающих границы государства; в местах, определенных в соответствии с решением об обмене информацией; на других участках, необходимых для оценки нагрузки на водные объекты по загрязняющим веществам, переносимым через границы государства, и переносимым в морскую среду.

В Республике Беларусь количество и местонахождение пунктов наблюдений государственной сети наблюдений за состоянием поверхностных вод, технология работ по организации и проведению мониторинга поверхностных вод, перечень параметров и периодичность наблюдений, а также перечень организаций, осуществляющих проведение мониторинга поверхностных вод, устанавливаются Минприроды. При выборе пунктов проводится анализ материалов для учета физико-географических, гидрологических и морфологических характеристик водных объектов и данных обо всех точечных источниках загрязнения, расположенных на водосборной территории исследуемого участка, и учета возможности доступа к пункту наблюдений в течение всего года; проведение рекогносцировочных обследований с отбором проб для уточнения местоположения, полученного расчетным способом.

В настоящее время на территории Брестской области организовано 46 пунктов мониторинга качества поверхностных вод (17 пунктов мониторинга на 11 водоемах, 29 пунктов – на 16 водотоках). Распределение пунктов наблюдений по бассейнам рек следующее: в бассейне реки Западный Буг – 4 пункта на 2 водоемах, 15 пунктов на 7 водотоках (41,3 % от общего количества); в бассейне реки Неман – 4 пункта наблюдений на 2 водоемах (8,7 % от общего количества); в бассейне реки Припять: 9 пунктов на 7 водоемах, 14 пунктов на 9 водотоках (50,0 % от общего количества).

Сеть мониторинга поверхностных включает в себя фоновые, национальные и трансграничные пункты наблюдений. На фоновых пунктах наблюдения за состоянием поверхностных вод осуществляются за их взаимодействием с биосферными явлениями без наложения региональных антропогенных воздействий. Данные наблюдений на трансграничных пунктах используются для оценки трансграничного воздействия на окружающую среду и представляются в рамках международного сотрудничества.

С учетом международного опыта для республики Беларусь с учетом специфических особенностей рельефа, видов поверхностных водных объектов, основных видов хозяйственной деятельности предлагаем следующие критерии для выбора пунктов мониторинга поверхностных вод:

- в районах расположения городов, где сточных воды сбрасываются в поверхностные водные объекты;
- в районах наибольшего антропогенного влияния на поверхностные водные объекты;
- поверхностные водные объекты, экологический статус которых определяется как «удовлетворительный» и ниже (согласно планам управления бассейнами рек);
- на поверхностных водных объектах, не подверженных прямому антропогенному воздействию, в том числе на водоемах и водотоках, расположенных на территории особо охраняемых природных территорий (для изучения природных процессов и определения фонового состояния воды водоемов и водотоков);
- на поверхностных водных объектах, на которых мониторинг должен проводиться в рамках выполнения международных обязательств Республики Беларусь.

С учетом предложенных критериев в Брестской области необходима организация пунктов мониторинга поверхностных вод в районе расположения городов Барановичи, Ивацевичи, Ляховичи, Пружаны, так как в настоящее время наблюдения за качеством вод водотоков-приемников сточных вод осуществляется только в рамках локального мониторинга и аналитического (лабораторного) контроля. При этом, мощность сооруже-

ний по очистке сточных вод города Барановичи (65,5 тыс. м³ в сутки) является второй по объему обрабатываемых сточных вод в области.

В реки Гривда и Мухавец поступают сточные воды с сооружений по очистке сточных вод городов Ивацевичи и Пружаны соответственно, а также поверхностных сточных воды с селитебной территории, при этом все выпуски поверхностных сточных вод не оснащены сооружениями по очистке сточных вод. Согласно данным мониторинга качество воды реки Мухавец улучшается вниз по течению (гидрохимический статус в точке «выше г. Кобрин» – удовлетворительный, далее ниже по течению – хороший). Таким образом, для объективной оценки факторов, влияющих на состояние поверхностных вод, необходима организация мониторинга в устье реки Мухавец.

Река Ведьма протекает через город Ляховичи, в реку осуществляется сброс сточных вод после очистки на коммунальных очистных сооружениях, при этом на выпуске регулярно фиксируются превышения нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ.

Более 20 % от общей площади Брестской области составляют мелиорированные земли. Такие крупные водоемы как озера Вульковское, Мотольское, Споровское, Луковское, Любань являются приемниками мелиоративных вод. При этом на этих водных объектах не проводятся регулярные наблюдения за качеством вод, что не позволяет давать объективную оценку влияния мелиоративных вод на состояние водных объектов.

В настоящий момент РУП «ЦНИИКИВР» разработаны проекты Планов управления бассейнами рек Западный Буг и Припять, которые размещены на сайте института. Все водные объекты, по которым экологический статус определен как «удовлетворительный» и ниже, включены в Национальную систему мониторинга поверхностных вод в Республики Беларусь.

Во всех бассейнах рек определены фоновые точки мониторинга поверхностных вод, на территории Брестской области располагается 1 фоновая точка – на реке Спановка (Брестский район, н.п. Медно). Вместе с тем, ни в одном бассейне фоновые точки не установлены на водоемах. В качестве фонового можно определить озеро Чертовский омут, н.п. Ястребель Столинского района, которое находится на территории республиканского ландшафтного заказника «Средняя Припять».

Заключение. Предложены критерии для выбора пунктов мониторинга поверхностных вод.

С целью объективной оценки качества поверхностных вод на территории Брестской области необходимо дополнительно организовать пункты мониторинга на реке Мышанка в районе г. Барановичи, реке Гривда в районе г. Ивацевичи, реке Ведьма в районе г. Ляховичи, устье реки Мухавец,

озерах Вульковское, Мотольское, Споровское, Луковское, Любань, Чертовский омут.

Оптимизация пунктов мониторинга поверхностных вод позволит охватить мониторингом 27,7 % крупных поверхностных водных объектов Брестской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении положений о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь мониторинга поверхностных вод, подземных вод, атмосферного воздуха, локального мониторинга окружающей среды и использования данных этих мониторингов: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28 апр. 2004 г. № 482: в ред. постановления от 19 авг. 2016 г. // Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь – Минск, 2018. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 10.03.2018.

2. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2016. – Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, 2017 // Главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]/Главн. информ.-аналит. центр Нац. с-мы монит. окруж. среды. Респ. Беларусь – Минск, 2018. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by>. – Дата доступа: 10.03.2018.

3. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2016 год) – Минск, 2017. // РУП «ЦНИИКИВР» [Электронный ресурс] / РУП «ЦНИИКИВР» – Минск, 2018. – Режим доступа: <http://www.cricuwr.by> – Дата доступа: 10.03.2018.

УДК 577.175.1

И.Н. МОРОЗОВА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Е.Г. Артемук, канд. биол. наук, доцент

ПРИМЕНЕНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В КАЧЕСТВЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

С целью повышения продуктивности и устойчивости растений к неблагоприятным факторам произрастания, стимуляции плодо- и корнеобразования, улучшения биохимического состава плодов, и увеличения сроков их хранения в сельском хозяйстве постоянно ведется поиск новых эффективных регуляторов роста. В настоящее время с этой целью активно исследуются и применяются brassinosteroids.

Brassinosteroids – соединения стероидной природы, обладающие эффектом индукции ростовых процессов у растений. В настоящее время выделено более 60 природных brassinosteroids. Наиболее высокие концентрации brassinosteroids имеются в пыльце и незрелых семенах. В молодых, растущих тканях их содержится больше, чем в старых. Brassinosteroids обнаружены в покрыто- и голосеменных растениях, а также в папоротниках, мхах и зеленых водорослях [1].

Brassinosteroids выполняют функции низкомолекулярных биорегуляторов в растениях [2]. Они оказывают всестороннее влияние на развитие растений в процессе их онтогенеза, от активации прорастания семян до задерживания старения растений: влияют на клеточное растяжение, сосудистую дифференцировку, этиолирование и репродуктивное развитие, регулируют молекулярные механизмы экспрессии генов. Brassinosteroids способны оказывать влияние на растения на клеточном уровне, воздействуя на гормональный баланс, индуцируя деление и удлинение клеток, что на уровне растительного организма суммируется в повышение урожайности и проявление биопротекторных эффектов [3]. Они изменяют активность ферментов, активируют синтез белков и нуклеиновых кислот, регулируют метаболизм аминокислот и жирных кислот, влияют на гормональный статус растительного организма. Среди преимуществ brassinosteroids можно отметить их способность вызывать эффекты антистрессового действия в чрезвычайно низких концентрациях, по сравнению с другими гормонами.

Рострегулирующий эффект соединений проявляется при введении экзогенного brassinosteroida в растения различными способами: полусухой обработкой семян, их инкрустацией и замачиванием, а также опрыски-

ванием растений в различные фазы их развития. Эффект brassinosterоидов на вегетативный рост растений объясняется воздействием соединений сначала на содержание и активность ауксинов и цитокининов, а затем на уровень абсцизовой кислоты и оксикоричных кислот, что обуславливает переход растений от вегетативного состояния к генеративному.

Применение brassinosterоидов таких как brassinolid, 24-эпibrassinolid, 28-гоmоbrassinolid в количествах 5–20 мг на гектар приводит к значительному увеличению выхода пшеницы, риса, картофеля, ячменя и других сельскохозяйственных культур. Растения, обработанные brassinosterоидами, оказываются более устойчивыми к засухе, экстремальным температурным условиям и засоленности почвы [4].

Отмечено стабилизирующее действие эпibrassinolida на биологические мембраны растений, что может быть связано с возрастанием активности ферментов антиоксидантной системы. Это способствует уменьшению концентрации свободных радикалов в клетках, тормозит окислительный распад их липидных компонентов, что особенно важно в условиях стрессовых нагрузок [5].

Способность brassinosterоидов и их аналогов в исключительно низких концентрациях стимулировать рост и развитие растений, повышать устойчивость к стрессовым условиям произрастания, увеличивать продуктивность растений позволяет использовать их в качестве биорациональных, экологически безопасных регуляторов роста, уже нашедших практическое применение в растениеводстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

5. Brassины (brassinosterоиды) // Физиология растений [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://fizrast.ru/razvitie/rost/fitogormony/brassiny.html>. – Дата доступа: 10.09.2017.

6. Жабинский, В. Н. Синтез, свойства и практическое использование brassinosterоидов и родственных соединений : автореф. дис. ... д-ра хим. наук : 02.00.03 / В. Н. Жабинский; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2000. – 46 с.

7. Жалак, А. К. Исследование протекторного действия эпibrassinolida на растения рапса при хлоридном засолении : дис. ... канд. биол. наук : 13.01.05 / А. К. Жалак. – М., 2005. – 108 л.

8. Райман, М. Э. Синтез и свойства производных 28-гоmоbrassinosterоидов : автореф. дис. ... канд. хим. наук : 02.00.03 / М. Э. Райман. – Минск, 2009. – 23 с.

9. Ходянков, А. А. Комплексное применение brassinosterоидов, макро-, микроудобрений и пестицидов на льне масличном : рекомендации / А. А. Ходянков [и др.]. – Горки : БГСХА, 2013. – 42 с.

УДК 532.546

Л.Ф. НАСРЕТДИНОВА

Россия, Стерлитамак, СФ БашГУ

Научный руководитель: И.Г. Хусаинов, доктор физ.-мат. наук, профессор

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА

Исследование акустического воздействия на призабойную зону пласта горных пород представляет большой интерес для использования в различных технологических процессах, в частности, при эксплуатации газонефтяных скважин. Основное его преимущество – осуществление нагрева пласта с возможностью регулирования подаваемой через скважину энергии волн акустического поля без экологического ущерба окружающей среде и возможность достаточно простых технических решений [1].

Пусть на границе $x = 0$ пористой среды, насыщенной жидкостью, действует источник акустических волн давления. Под действием источника волн давления жидкость будет совершать колебательные движения относительно скелета пористой среды. При описании исследуемого процесса будем считать, что пористый скелет несжимаем. Это допущение означает, что из-за слабого затухания «быстрых» волн, распространяющихся по скелету, тепловым эффектом для них можно пренебречь. При описании волновой и температурной задачи в системе будем считать, что температуры жидкости и скелета пористой среды в каждой точке совпадают. Полагается, что неоднородность температурного поля не влияет на акустическое поле давления (пренебрегаем влиянием температурных эффектов на акустические характеристики, определяемые вязкостью и сжимаемостью жидкости).

С учетом принятых допущений запишем уравнения, описывающие исследуемый процесс. Закон сохранения массы жидкости при отсутствии источников массы запишем в форме

$$m \frac{\partial \rho_1}{\partial t} + \rho_{10} \frac{\partial u}{\partial x} = 0. \quad (1)$$

Здесь m – пористость, ρ_1 – возмущение плотности жидкости, ρ_{10} – плотность жидкости, соответствующая невозмущенному состоянию, u – скорость фильтрации жидкости.

В случае нестационарной фильтрации жидкости в уравнении движения необходимо учесть действие объемной силы трения

$$\rho_{l0} \frac{\partial u}{\partial t} = -m \frac{\partial p}{\partial x} - \frac{m\mu}{k} u, \quad x > 0 \quad (2)$$

где p – возмущение давления в жидкости, k – коэффициент проницаемости пористой среды, μ – динамическая вязкость жидкости.

Уравнение состояния жидкости в пористой среде примем в виде [2]

$$p = C_l^2 \rho_l. \quad (3)$$

Наличие источника гармонических волн давления на границе $x = 0$ можно учесть в виде следующего граничного условия:

$$p = A_p \cos \omega t, \quad x = 0, \quad t > 0, \quad (4)$$

где A_p и ω – амплитуда и круговая частота волны.

Для правой границы рассмотрим случай, когда пористая среда имеет конечную ширину ($0 < x < l$) и граница при $x = l$ высокопроницаемая:

$$p = 0, \quad x = l. \quad (5)$$

Под воздействием гармонических волн давления жидкость в пористой среде совершает колебательные движения относительно твердого скелета. За счет сил вязкого трения между жидкостью и скелетом пористой среды энергия волны переходит в тепловую энергию. Объемная сила трения при относительном движении фаз (жидкости относительно скелета) вычисляется по формуле

$$F_{mp} = m \frac{\mu}{k} \operatorname{Re}(u).$$

Здесь $\operatorname{Re}(u)$ означает действительную часть от комплексной величины u .

Мощность диссипируемой энергии акустического поля в единице объема пористой среды равна мощности объемной силы трения

$$q_T = F_{mp} \cdot w = \frac{\mu}{k} (\operatorname{Re}(u))^2,$$

где w – истинная скорость движения жидкости, которая определяется по формуле

$$w = \frac{\operatorname{Re}(u)}{m}.$$

Поскольку в реальных процессах, представляющих практический интерес, характерное время воздействия полем значительно больше, чем период колебаний акустических волн ($t \gg \tau = 2\pi/\omega$), то наиболее важным параметром является средний приток тепла в единицу объема пористой среды за период колебаний

$$Q = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau q_T dt = \frac{1}{\tau} \frac{\mu}{k} \int_0^\tau (\operatorname{Re}(u))^2 dt. \quad (6)$$

Уравнение притока тепла в пористую среду, насыщенную жидкостью, с учетом объемного источника тепла, связанного с вязкостным затуханием акустического поля, запишем в виде

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \tilde{Q}. \quad (7)$$

Значения параметров ρc , λ , $\tilde{Q}(x)$ определяются из выражений

$$\rho c = (1-m)\rho_s c_s + m\rho_l c_l, \quad \lambda = \lambda_s(1-m) + \lambda_l m, \quad \tilde{Q}(x) = Q(x), \quad 0 \leq x \leq l,$$

$$\rho c = (1-m_0)\rho_s c_s + m_0\rho_l c_l, \quad \lambda = \lambda_s(1-m_0) + \lambda_l m_0, \quad \tilde{Q}(x) = 0, \quad l < x < \infty.$$

Здесь ρ_s , c_s и λ_s – плотность, теплоемкость и теплопроводность материала скелета пористой среды, c_l и λ_l – теплоемкость и теплопроводность жидкости, m_0 – пористость зоны $l < x < \infty$, m – пористость зоны $0 \leq x \leq l$.

В начальный момент времени температура в пористой среде однородна и равна T_0

$$T = T_0, \quad x \geq 0, \quad t = 0. \quad (8)$$

Будем полагать, что граница $x = 0$ теплоизолирована

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0, \quad x = 0. \quad (9)$$

При $x \rightarrow \infty$ условие для правой границы уравнения теплопроводности запишем в виде

$$T = T_0, \quad x \rightarrow \infty. \quad (10)$$

На границе $x = l$ происходит теплообмен между зонами:

$$[T] = 0, \quad \left[\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right] = 0, \quad x = l. \quad (11)$$

Выводы. Таким образом, построена математическая модель, описывающая процесс воздействия акустическим полем на пористую среду, насыщенную жидкостью. С помощью этой модели можно исследовать зависимость температурного поля от параметров акустического поля и пористой среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хусаинов, И. Г. Тепловые процессы при акустическом воздействии на насыщенную жидкостью пористую среду / И. Г. Хусаинов // Вестник Башкирского университета. – 2013. Т.18, № 2. – С. 350-353.
2. Хусаинов, И. Г. Отражение акустических волн в цилиндрическом канале от перфорированного участка / И. Г. Хусаинов // ПММ. – 2013. – № 3. – С. 441-451.

УДК 57.044

Е.Д. ПАВЛОВА

г. Гомель, ГГУ им. Ф.Скорины

Научный руководитель: Осипенко Г.Л., старший преподаватель

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОАО «МОЗЫРЬСОЛЬ»

Количество отходов, хранящихся на территории предприятий города и района, в 2007 г. составило 113546,3 т, захоронено на полигоне твердых бытовых отходов – 29475,9 т. Практически на всех предприятиях отходы состоят из вторичного сырья, которое можно переработать в специализированных организациях. В г. Мозыре расположено 30 промышленных предприятий. Ведущее место в структуре хозяйства Мозыря принадлежит химической и нефтехимической промышленности, на долю которой приходится 95 % общего объема продукции промышленного комплекса и, как результат, основной объем загрязнения окружающей среды. В городе также имеются крупная машиностроительная промышленность, лесная, деревообрабатывающая, легкая, пищевая и другие отрасли индустрии. Следствием концентрации промышленных производств стала острая экологическая проблема города и района. Актуальной с экологической точки зрения проблемой в Мозырском районе являются канализационные сети. В связи с тем, что город расположен в водоохранной зоне р. Припять, необходима прокладка второй нитки напорного коллектора во избежание попадания хозяйственных стоков в реку при аварийных ситуациях. В городе также пока не решен вопрос ливневой канализации. ОАО «Мозырьсоль» попадает в перечень видов и объектов хозяйственной деятельности, для которых оценка воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности проводится в обязательном порядке в части увеличения соледобычи до 2,1 млн м³ неочищенного рассола в год.

Территория ОАО «Мозырьсоль» включает две производственные площадки: основная с производственными мощностями и участок добычи соли юго-восточнее предприятия в районе населенного пункта Раевские. С места добычи соли к основной производственной площадке проложены рассолопроводы. Южнее сользавода, на расстоянии около 0,9 км расположены две карты шламохранилища. Добыча соли производится на рассолопромысле бесшахтным способом – подземным растворением через буровые скважины, с получением хлоридно-натриевых рассолов, содержащих 300–310 г/л NaCl. По состоянию на 01.01.2013 г. в эксплуатации находится 8

скважин. Для обеспечения проектной мощности существующего производства рассолом в 1,6 млн м³/год у ОАО «Белтрансгаз» арендуется скважина № 10-Э, размыв которой производится через насосные рассолопромысла. В качестве нерастворителя, который используется для формообразования камер добычи, применяются нефтепродукты.

Насыщенный хлоридно-натриевый рассол проходит стадию очистки от солей жесткости и механических примесей в отделении рассолоочистки. Для этого используются сода каустическая, сода кальцинированная. Для интенсификации процесса осаждения примесей используется 0,025 % раствор флокулянта. На ОАО «Мозырьсоль» ведется активная работа по сокращению потребления воды. По сравнению с 1991 г. водопотребление сократилось в три раза при наращивании производства пищевой соли. Этому способствовало внедрение системы оборотного водопотребления, что соответствует уровню наилучших доступных технических методов и мировой практике. Скорость ветра по средним многолетним данным в Мозырском районе составляет 3,0 м/с, наибольшая – 3,2–3,4 м/с в период с ноября по февраль, наименьшая в июле – 2,7–2,5 м/с. В течение всего года доминируют западные и юго-восточные ветры. В зимний период преобладают ветры с западной и южной составляющей, в теплый период года – западные и северо-западные [1].

Существующий уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается на основании информации о фоновых концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе количествах загрязняющих веществ, содержащихся в единице объема природной среды, подверженной антропогенному воздействию. Приоритетными загрязняющими веществами, выбрасываемыми источниками выбросов от действующего производства, являются азота диоксид, углерода оксид, натрия хлорид. Основными загрязнителями атмосферного воздуха (концентрации загрязняющих веществ в расчетных точках жилой застройки в долях ПДК не менее 0,1) на границе жилой застройки являются азота диоксид, углерод оксид, твердые частицы суммарно. Анализ полученных результатов рассеивания концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы показал, что в расчетных точках жилой зоны не наблюдается превышений ПДК ни по одному из веществ. Твердые частицы суммарно (2902) в данном случае включают в себя все загрязняющие вещества твердого агрегатного состояния, выбрасываемые существующим производством. Концентрация твердых частиц, равная предельно допустимой (1 ПДК), достигается на расстоянии 450 м от производственной площадки в восточном и юговосточном направлении и уменьшается при дальнейшем удалении от предприятия. Таким образом, состояние атмосферного воздуха на исследуемой территории можно считать удовлетворительным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Отчет о НИР Комплексная оценка эффективности разработанных мероприятий по снижению негативного воздействия промышленных предприятий и других народнохозяйственных объектов на окружающую среду г. Мозыря и района. – Минск: «Экология», 1997. – 25 с.

УДК 656.1+614

В.Г. ПАНФЕРОВА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.К. Саваневский, канд. биол. наук, доцент

ВЫБРОС ОКСИДА УГЛЕРОДА С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ АВТОМОБИЛЕЙ НА УЛИЦАХ ГОРОДА БРЕСТА

Вследствие загрязнения среды обитания вредными веществами отработавших газов двигателей внутреннего сгорания зоной экологического бедствия для населения становятся целые регионы, в особенности крупные города. Основной вклад в загрязнение окружающей среды при эксплуатации автотранспорта вносят вещества, выделяющиеся с выхлопными газами. Когда выбросы этих соединений в воздух превышают допустимые концентрации, то такие выхлопные газы оказывают существенное отрицательное воздействие на самочувствие и здоровье человека.

Больше всего в отработавших газах карбюраторных автомобилей содержится оксид углерода (СО). СО – газ без цвета, запаха и вкуса, очень плохо растворим в воде, горюч, с воздухом образует взрывчатые смеси, более чем в 200 раз активнее чем кислород соединяется с гемоглобином крови. Вытесняя кислород из крови, нарушает перенос кислорода от легких к тканям. При этом наступает кислородное голодание, удушье. Воздействие СО зависит от концентрации в воздухе: 0,01 % – хроническое отравление при длительном пребывании, 0,05 % – слабое отравление через 1 ч, 1 % – потеря сознания через несколько вдохов. Концентрация около 0,01 % характерна для работы водителей в помещениях с ограниченным воздухообменом.

Поскольку состав и количество отработавших газов зависят от марки автомобилей, условий эксплуатации и многих других факторов, экспериментально измерить массу выделяющихся загрязнений очень трудно. Поэтому используют различные расчетные методы: 1) на основе количества топлива, фактически расходуемого автомобилями; 2) исходя из выполненной транспортной работы; 3) пропорционально пробегу автомобилей.

В нашей работе была использована расчетная методика [1; 2] определения загрязнения СО, содержащимся в отработавших газах автомобилей. Исследовалось загрязнение СО на проспекте Машерова в г. Бресте перед перекрестком с бульваром Космонавтов.

Для оценки концентрации окиси углерода (K_{CO}) использовалась формула, взятая из источников литературы [1; 2]:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_U \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_P ,$$

где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³; N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге в обоих направлениях, авто/час; K_T – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух оксида углерода; K_A – коэффициент аэрации местности; K_y – коэффициент изменения загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода в зависимости от величины уклона; K_C – коэффициент изменения концентрации оксида углерода в зависимости от скорости ветра; K_B – коэффициент изменения концентрации CO в зависимости от влажности воздуха; K_П – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода у перекрестков.

Коэффициент токсичности определяется как средний для потока автомобилей по формуле:

$$K_T = \sum P_i \cdot K_{Ti} ,$$

где P_i – доля каждого типа автотранспорта в общем потоке; K_{Ti} – определяется из таблицы 1.

Таблица 1 – Значения коэффициента K_{Ti} в зависимости от типа автомобиля

Тип автомобиля	Коэффициент K _{Ti}
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7
Легковой	1,0

Значение коэффициента K_A, учитывающего аэрацию местности, определяется из таблицы 2.

Таблица 2 – Значения коэффициента K_A в зависимости от типа местности

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K _A
Транспортные туннели	2,7
Транспортные галереи	1,5
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы с односторонней застройкой, набережные, эстакады, высокие насыпи	0,4
Пешеходные туннели	0,3

Значение коэффициента K_y, учитывающего изменение загрязнения воздуха оксидом углерода в зависимости от величины уклона, определяет-

ся из таблицы 3. Продольный уклон в точке нашего наблюдения на проспекте Машерова равен 0.

Таблица 3 – Значения коэффициента K_u , учитывающего величину уклона

Продольный уклон, градусы	Коэффициент K_u
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коэффициент изменения концентрации оксида углерода в зависимости от скорости ветра K_C определяется из таблицы 4. Скорость ветра в период нашего наблюдения составляла 3 км/ч, или 0,83 м/с.

Таблица 4 – Значения коэффициента K_C в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_C
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значение коэффициента K_B , определяющего изменение концентрации оксида углерода в зависимости от относительной влажности воздуха, представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Значения коэффициента K_B в зависимости от относительной влажности воздуха

Относительная влажность, %	Коэффициент K_B
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,70

Относительная влажность воздуха в период наблюдения равнялась 96 %, что в пересчете к таблице 5 составило 1,387.

Коэффициент увеличения загрязнения воздуха оксидом углерода на перекрестках (K_{II}) приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Значения коэффициента K_{Π} в зависимости от типа пересечений (перекрестков)

Тип пересечения	Коэффициент K_{Π}
Регулируемое пересечение:	
– со светофорами обычное	1,8
– со светофорами управляемое	2,1
– саморегулируемое	2,0
Нерегулируемое пересечение:	
– со снижением скорости	1,9
– кольцевое	2,2
– с обязательной остановкой	3,0

Тип пересечения в точке наблюдения проспекта Машерова с бульваром Космонавтов относится к регулируемому пересечению со светофорами (обычное) с коэффициентом K_{Π} , равняющимся 1,8.

Наши наблюдения показали, что в рабочий день (в среду) с 17 до 18 часов проехало 2760 автомобилей. Из них: легковых автомобилей – 2617 (94,8 %, или 0,948); легких грузовых – 13 (0,48 %, или 0,0048); средних грузовых – 9 (0,33 %, или 0,0033); тяжелых грузовых – 1 (0,04 %, или 0,0004); автобусов – 120 (4,35 %, или 0,0435).

Используя наши данные о составе автотранспорта и информацию из таблицы 1, находим K_T :

$$K_T = 0,948 \cdot 1 + 0,0048 \cdot 2,3 + 0,0033 \cdot 2,9 + 0,0004 \cdot 0,2 + 0,0435 \cdot 3,7 = 1,13$$

На основании наших данных о влажности и скорости ветра в период наблюдения и характеристики проспекта Машерова, используя информацию из таблиц 2–6, определяем концентрацию окиси углерода (K_{CO}):

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_U \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi} = (0,5 + 0,01 \cdot 2760 \cdot 1,13) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 1,387 \cdot 1,8 = 213,6 \text{ мг/м}^3$$

Согласно данным из источников литературы, разовая предельно допустимая концентрация (ПДК) выбросов автотранспорта по окиси углерода равна 5 мг/м³ [1; 2].

Вывод. Концентрация выбросов оксида углерода с отработавшими газами автомобилей на проспекте Машерова в рабочий день в часы пик превышает ПДК в 42,72 раза ($213,6 \text{ мг/м}^3 : 5 \text{ мг/м}^3 = 42,72$ раза).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаповалов, А. Л. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автомобилей / А. Л. Шаповалов. – М. : Транспорт, 1990. – 160 с.
2. Экология города / А. С. Курбатов, В. Н. Башкин, Н. С. Касимов. – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.

УДК 632.78

Т.С. ПИНЧУК, Д.А. ГОНЧАРОВ, Ю.О. ШИБАНОВА

Минск, БГУ

Научный руководитель: О.В. Синчук, ассистент

ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И ФОРМ ЛИП ЛИПОВОЙ МОЛЮ- ПЕСТРЯНКОЙ

Липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) – вид дальневосточного происхождения. Впервые этот вид был описан как представитель фауны Японских островов и Южной Кореи [1, 2]. Позже он был отмечен в Приморском крае Российской Федерации [3]. В 1985 г. вид *Phyllonorycter issikii* был впервые зарегистрирован в европейской части России, по образцам из г. Москва (в Фили-Кунцевском лесопарке, лесопарке «Сокольники», в сквере на Люблинской улице) [4]. После этого липовая моль-пестрянка распространилась по значительной части Европы и России [5]. На территории Беларуси *Ph. issikii* отмечается повсеместно [6]. В настоящее время ведется мониторинг по состоянию поврежденности листовых пластинок на различных видах и формах лип [7], а также по всей территории страны [8]. Кормовыми растениями для липовой моли-пестрянки являются различные виды и формы лип [9], наиболее часто в зеленых насаждениях используются липы мелколистная (*Tilia cordata* Mill., 1768) и крупнолистная (*Tilia platyphyllos* Scop., 1772). Об оценке поврежденности данных видов лип и пойдет речь в данном исследовании.

Материалом для исследования послужили сборы поврежденных листовых пластинок лип в условиях дендрария Центрального ботанического сада НАН Беларуси (г. Минск) в 2016 г. Отобранные из нижнего яруса крон в период завершения развития гусениц 2 генерации выборки листовых пластинок лип гербаризировали, полученные с помощью планшетного сканера Epson Perfection 4180 Photo изображения (разрешение 300 dpi) подвергали компьютерной обработке средствами специализированного графического редактора ImageJ [10] для определения площади сформировавшихся мин. Анализ предусматривал установление площади отдельных мин, общей площади мин на отдельных листовых пластинках, оценку площади листовых пластинок (отношение общей площади мин к площади всей листовой пластинки, %). Для каждого из показателей рассчитаны средние значения и приведены медианы (Me). В качестве доверительного интервала для средней приводится стандартная ошибка (SE). Поскольку выборки имеют разный размер, что связано с нахождением различного числа поврежденных листовых пластинок

представителей рода *Tilia*, для анализа достоверности различий использовали непараметрическую статистику Уилксона-Манна-Уитни. Расчеты проводились средствами RStudio [11].

Заселенность *Ph. issikii* листовых пластинок вовлеченных в исследования лип различалась. Так, для липы мелколистной (далее М) показатель заселенности варьировал от 2 до 46 %, для липы крупнолистной (далее К) – от 6 до 84 %. Площади отдельных мин на листовых пластинках составляли $0,71 \pm 0,03$ (Me: 0,71) см^2 (М) и $0,54 \pm 0,03$ (Me: 0,44) см^2 (К) соответственно. Выборочные совокупности значений отдельных повреждений различаются достоверно ($p < 0,05$), что указывает на различный характер размерности повреждений на различных видах лип.

Сумма площадей мин для листовых пластинок липы мелколистной составляет $1,45 \pm 0,13$ (Me: 1,12) см^2 (М), а для липы крупнолистной – $2,64 \pm 0,18$ (Me: 2,32) см^2 (К) (при $p < 0,05$ между выборками показателей суммы площадей мин). Поврежденность листовых пластинок лип варьирует от $4,22 \pm 0,29$ (Me: 3,48) см^2 (М) до $8,99 \pm 0,64$ (Me: 8,19) см^2 . Показатель поврежденности в условиях г. Минска для лип крупнолистной и мелколистной различается достоверно ($p \ll 0,05$).

Таким образом, отмечается различная площадь отдельных повреждений для различных видов лип, что, по-видимому, обусловлено различным биохимическим составом паренхимных клеток листовых пластинок. Наиболее предпочтительной для заселения личинками липовой моли-пестрянки в условиях г. Минска являются липа крупнолистная. Показатель поврежденности не превышает 10 %, что незначительно влияет на декоративные свойства насаждений. Однако, может приводить к ранней дефолиации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kumata, T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera, Gracillariidae). / T. Kumata // Journal of the Faculty of Agriculture Hokkaido University. – 1963. – Vol. 25, № 2 – P. 61–63.
2. Kumata, T. Some Korean species of the subfamily Lithocolletin (Gracillariidae, Lepidoptera) / T. Kumata, H. Kuroko, K.T. Park // Korean Journal of Plant Protection – 1983. – Vol. 22, № 3. – P. 213–227.
3. Ермолаев, В.П. Обзор фауны и экологии минирующих молей (Lepidoptera, Gracillariidae) Приморского края / В.П. Ермолаев // Труды ЗИН АН СССР – 1977. – Т. 70. – С. 98–116.

4. Беднова, О.В. Липовая моль-пестрянка (Lepidoptera, Gracillariidae) в зеленых насаждениях Москвы и Подмосковья / О.В. Беднова, Д.А. Белов // Вестник Московского государственного университета леса. – Лесной вестник. – 1999. – № 2. – С. 172–177.

5. Ермолаев, И.В. История, скорость и факторы инвазии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Евразии / И.В. Ермолаев, Е.А. Рублёва // Российский журнал биологических инвазий. – 2017. – № 1. – С. 2–19.

6. Синчук, О.В. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) / О.В. Синчук, Ф.В. Сауткин // Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / под общ. ред. В.П. Семенченко. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С.82–84.

7. Синчук, О.В. Анализ поврежденности листовых пластинок аборигенных и интродуцированных видов и форм лип (*Tilia* L.) личинками второй генерации липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в условиях Беларуси / О.В. Синчук, С.В. Буга // Защита растений: Сборник научных трудов. – 2016. – № 40. – С. 216–225.

8. Синчук, О.В. Оценка поврежденности листовых пластинок липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill., 1768) липовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в условиях зеленых насаждений различных регионов Беларуси / О.В. Синчук // Труды БГУ. – 2016. – Т. 11, ч. 2. – С. 336–343.

9. Синчук, О.В. Спектр кормовых растений инвазивных видов минирующих филлофагов рода *Phyllonorycter* Hubner, 1822 в условиях Беларуси и других регионов мира / О. В. Синчук // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (Минск, 6–8 июня 2017 г.): в 2 ч. / редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск, 2017. – Ч. 2. – С. 426–429.

10. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений: учеб. материалы / О.В. Синчук [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.

11. Мастицкий, С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С.Э. Мастицкий, В.К. Шитиков. – М.: Издательство ДМК Пресс, 2015. – 496 с.

УДК 656.1+614

А.А. ПЛИНДА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.К. Саваневский, канд. биол. наук, доцент

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ВЫХЛОПНЫМИ ГАЗАМИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Выхлопные газы автомобилей оказывают сильное негативное влияние на организм людей в больших городах, особенно при нахождении в многочасовых пробках, в районах магистралей и крупных дорожных развязок. Подсчитано, что среднегодовой пробег каждого автомобиля 15 тысяч км. В среднем за это время он обедняет атмосферу на 4350 кг кислорода и насыщает ее 3250 кг углекислого газа, 135 кг оксида углерода, 20 кг углеводородов, 25 кг окислов азота, до 10 кг бензопирена, а также в меньших количествах другими химическими соединениями.

Выхлопные газы двигателя внутреннего сгорания содержат около 200 компонентов. Период их существования длится от нескольких минут до 4–5 лет. По химическому составу и свойствам, а также характеру воздействия на организм человека их объединяют в группы.

В первую группу входят нетоксичные вещества: азот, кислород, водород, водяной пар, углекислый газ и другие естественные компоненты атмосферного воздуха. Выброс CO_2 автотранспортом усугубляет «парниковый эффект».

Вещества следующих 7 групп в разной степени опасны для человека.

Вторую группу образует только одно вещество – оксид углерода, или угарный газ (СО). Оксид углерода обладает выраженным отравляющим действием. Оно обусловлено его способностью вступать в реакцию с гемоглобином крови, приводя к образованию карбоксигемоглобина, в результате чего гемоглобин теряет способность связывать и переносить кислород. Вследствие этого нарушается газообмен в организме, появляется кислородное голодание и нарушается функционирование всех систем организма.

Третью группу составляют оксиды азота, главным образом, NO – оксид азота и NO_2 – диоксид азота. Эти газы образуются в камере сгорания двигателя при температуре 2800 °С.

Наиболее многочисленна по составу четвертая группа, в которую входят различные углеводороды – этан, метан, бензол, ацетилен и другие токсичные вещества, всего около 160 компонентов. Они образуются в результате неполного сгорания топлива в двигателе. Углеводороды под действием ультрафиолетового излучения Солнца вступают в реакцию с окси-

дами азота, в результате образуются новые токсичные продукты – фотооксиданты, являющиеся основой «смога».

Пятую группу составляют альдегиды – формальдегид, акролеин и уксусный альдегид. Наибольшее количество альдегидов образуется на режимах холостого хода и малых нагрузок, когда температуры сгорания в двигателе невысокие.

В шестую группу входят взвешенные твердые вещества (сажа и другие продукты износа двигателей, аэрозоли, масла, нагар и др.), которые состоят из мелкодисперсных частиц диаметром менее 1 мкм, способные находиться во взвешенном состоянии в течение суток. Проблема загрязнения воздуха городов мира взвешенными частицами диаметром менее 10 мкм, называемые обычно РМ-10, признана одной из важнейших.

Седьмая группа представляет собой сернистые соединения – такие как сернистый ангидрид, сероводород, которые появляются в составе отработавших газов двигателей, если используется топливо с повышенным содержанием серы. Значительно больше серы присутствует в дизельных топливах по сравнению с другими видами топлив, используемых на транспорте. Наличие серы усиливает токсичность отработавших газов дизелей и является причиной появления в них вредных сернистых соединений.

Компоненты восьмой группы – свинец и его соединения – встречаются в отработавших газах карбюраторных автомобилей только при использовании этилированного бензина, имеющего в своем составе присадку, повышающую октановое число. Оно определяет способность двигателя работать без детонации.

При сгорании этилированного бензина свинец и его оксиды удаляются из камеры сгорания, превращаясь в парообразное состояние. Они вместе с отработавшими газами выбрасываются в окружающее пространство и оседают вблизи дорог.

В придорожном пространстве примерно 50 % выбросов свинца в виде микрочастиц сразу оседают на прилегающей поверхности. Остальное количество в течение нескольких часов находится в воздухе в виде аэрозолей, а затем также осаждаются на землю вблизи дорог. Накопление свинца в придорожной полосе приводит к загрязнению экосистем и делает близлежащие почвы непригодными к сельскохозяйственному использованию.

Учитывая негативное действие выхлопных газов, нам представлялось актуальным определить расчетным методом [1] количество загрязнений, попадающих в окружающую среду в результате работы автотранспорта на улице Пушкинской г. Бреста.

Для определения уровня загрязнения оксидом углерода, диоксидом азота и углеводородами, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, использовались расчетные методики [1; 2].

Для исследования был выбран участок ул. Пушкинская напротив студенческого общежития нашего университета недалеко от железнодорожного переезда длиной 600 м (0,6 км). Время исследования: рабочий день – среда и выходной день – суббота, с 17 до 18 часов.

Количество единиц разного автотранспорта и общий пройденный им путь в среду с 17 до 18 часов отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Автотранспорт и общий пройденный путь

Тип автотранспорта	Количество	Общий путь (км)
Легковые автомобили	1509	$1509 \cdot 0,6 = 905,4$
Грузовые автомобили	7	$7 \cdot 0,6 = 4,2$
Автобусы	18	$18 \cdot 0,6 = 10,8$
Газель	14	$14 \cdot 0,6 = 8,4$

Количество топлива (Q_j , л) разного вида, сжигаемого двигателями автомашин, рассчитывается по формуле: $Q_j = L_j \cdot Y_j$, где L_j – общий путь, Y_j – расход топлива на 1 км, величины которого для каждого вида транспорта указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Удельный расход топлива на 1 км

Тип автотранспорта	Удельный расход топлива Y_j (л на 1 км)	
	дизельное топливо	бензин
Легковые автомобили	0,11	0,13
Автобусы дизельные	0,41	
Грузовые автомобили	0,34	
Газель		0,17

При расчете количества сжигаемого топлива обычно принимается, что $\frac{2}{3}$ легковых автомобилей в качестве топлива используют бензин и $\frac{1}{3}$ – дизельное топливо.

Легковые автомобили (ДТ): $Q_j = 905,4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,11 = 33,2$ (л)

Легковые автомобили (бензин): $Q_j = 905,4 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,13 = 78,5$ (л)

Грузовые автомобили: $Q_j = 4,2 \cdot 0,34 = 1,4$ (л)

Автобусы: $Q_j = 10,8 \cdot 0,41 = 4,4$ (л)

Газель: $Q_j = 8,4 \cdot 0,17 = 1,4$ (л)

Объем выделившихся вредных веществ в литрах при нормальных условиях по каждому виду топлива рассчитывается по формуле ($K \cdot Q_j$). Значения эмпирических коэффициентов (K), определяющих выброс вредных веществ в зависимости от вида горючего, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения эмпирических коэффициентов (К)

Вид топлива	Значение коэффициента (К)		
	Оксид углерода	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизтопливо	0,1	0,03	0,04

Результаты расчета объемов выброса ($K \cdot Q$) приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Объемы выброса веществ автотранспортом на ул. Пушкинская

Вид топлива	Qj, л	Количество вредных веществ, л		
		СО	Углеводороды	NO ₂
Бензин	78,5+1,4=79,9	47,9	7,99	3,2
Дизтопливо	39	3,9	1,17	1,56
Всего	V, л	51,8	9,16	4,76

Рассчитываем массу выделившихся вредных веществ (m , г) по формуле:

$$m = \frac{V \cdot M}{22,4} ,$$

где M – молекулярная масса, V – объём.

Рассчитываем количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ для обеспечения санитарно допустимых условий окружающей среды по формуле:

$$V = \frac{m \cdot 1000}{ПДК} ,$$

где m – масса вредных веществ (г), $ПДК$ – предельно допустимая концентрация вредных веществ (мг/м³).

Результаты расчета приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Объем, масса и ПДК вредных веществ, объем воздуха (V, м³), необходимый для их разбавления

Вид вещества	Объем (л)	Масса (г)	ПДК (мг/м ³)	V, м ³
СО	51,8	64,75	3,0	21583
Углеводороды	9,16	31,9	0,1	319000
NO ₂	4,76	9,78	0,04	244500

Суммарное количество воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ равно: 21583+319000+244500=585083 (м³).

Учитывая рост человека ($\approx 1,8$ м), ширину ул. Пушкинская (19 м) и длину исследуемого участка (600 м), рассчитываем доступное количество воздуха для разбавления вредных веществ. $V = 1,8 \cdot 19 \cdot 600 = 20520$ м³. Это в 28,5 раза меньше необходимого: $585083 : 20520 \approx 28,5$.

Вывод. Вблизи исследуемого участка улицы Пушкинская в рабочий день в часы пик чистого воздуха недостаточно для разбавления вредных веществ, выделяющихся при работе двигателей автомобилей и автобусов. Этот район можно отнести к экологически небезопасным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по расчету выброса вредных веществ автомобильным транспортом. – М. : Гидрометиздат. – 2005. – 64 с.
2. Автотранспортные потоки и окружающая среда: учеб. пособие / под ред. В. Н. Луканина. – М.: ИНФРА–М, 1998. – 408 с.

УДК 504.054

А.И. ПОПЛАВНАЯ

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель: Т.В. Скачинская, ст. преподаватель

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Загрязнением окружающей среды можно назвать изменение качества среды, способное вызвать отрицательные последствия.

Под загрязнением атмосферы следует понимать изменение её состава при поступлении примесей естественного и антропогенного происхождения. Вещества-загрязнители бывают трёх видов: газы, пыль, аэрозоли.

Воздух является важнейшим элементом окружающей среды, находящимся в непрерывном контакте со всеми другими элементами живой и мертвой природы. Ухудшение качества воздуха вследствие присутствия в нем различных загрязнителей приводит к гибели лесов, посевов сельскохозяйственных культур, травяного покрова, животных, к загрязнению водоемов, а также к повреждению памятников культуры, различного рода сооружений и т. д.

Загрязнение атмосферы имеет природное и антропогенное происхождение.

К природным источникам загрязнения относятся: извержения вулканов, пыльные бури, лесные пожары и др. Уровень такого загрязнения рассматривается в качестве фонового, который мало изменяется со временем.

Антропогенные источники загрязнения обусловлены хозяйственной деятельностью человека. К ним следует отнести: сжигание горючих ископаемых, которое сопровождается выбросом углекислого газа; работа тепловых электростанций, когда при сгорании высокосернистых углей в результате выделения сернистого газа и мазута образуются кислотные дожди; выбросы вредных веществ от автомобилей, производственная деятельность [1].

На территории Гомельской области расположено около трехсот крупных и средних промышленных предприятий.

Основными загрязнителями атмосферы являются:

– ОАО «Мозырьский нефтеперерабатывающий завод», производящий бензин автомобильный, дизельное топливо, сжиженные газы, битум, мазут и другие продукты нефтепереработки. Загрязнение воздуха происходит на всех этапах переработки нефти и ее компонентов. Основными вы-

бросами нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) в атмосферу являются углеводороды и сернистый газ.

– ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания» занимается производством металлокорда, литых, трубных и катаных заготовок, стальной и арматурной низкоуглеродистой проволоки, фибры стальной. Металлургическое производство оказывает немалое влияние на окружающую среду из-за выброса в атмосферу продуктов сжигания различных видов топлива при работе доменных печей, переработки шихты в них. При этом в атмосферу поступают двуокись углерода и сероводород, а также пыль с содержанием графита, различных металлов легких и тяжелых.

– ОАО «Гомельстекло» (рисунок 6) производит листовое, ламинированное, закаленное, мебельное стекло, пеностекло, триплекс, TPS-стеклопакеты, шамотные изделия. В атмосферу выбрасываются оксиды азота и пыль неорганическая.

К районам с высоким уровнем загрязнения в Гомельской области относятся Гомельский и Мозырский районы.

Атмосферу Гомельского района загрязняют промышленные предприятия г. Гомеля. Практически половина объема выбросов от стационарных источников образовалась за счет работы филиала «Гомельской ТЭЦ-2» РУП «Гомельэнерго» (более 50 %) и ОАО «Гомельстекло», также большое оказывают такие предприятия, как ОАО «Гомельдрев», ОАО «Гомельский химический завод», КПУП «Гомельоблтеплосеть», ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит» и др.

Эти предприятия выбрасывают в атмосферу района такие загрязняющие вещества как оксид углерода, оксид и диоксид азота, фенол, аммиак, свинец, кадмий и бенз(а)пирен, однако превышений ПДК по этим веществам не были зафиксированы. Превышение ПДК в 2 раза в г. Гомеле было зафиксировано только по ТЧ-10 (недифференцированные по составу пыль/аэрозоль) [2, С. 177–179].

В Мозырском районе такие отрасли хозяйства: химическая и нефтехимическая, машиностроение и металлообработка, топливная и электроэнергетика, лесная и деревообрабатывающая, пищевая и легкая. Основные промышленные предприятия: ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «Мозырский машиностроительный завод», ОАО «Мозырский завод сельскохозяйственного машиностроения», ОАО «Мозырский деревообрабатывающий комбинат». В районе расположено уникальное добывающее предприятие ОАО «Мозырская соль».

В атмосферу района выбрасываются оксид углерода, диоксид азота, твердые частицы, а также сероводород, бензол, ксилол и бутиловый спирт,

однако в пределах ПДК. Были также зафиксированы превышения по диоксиду серы и формальдегиду [2, С. 181–190].

К районам с повышенным уровнем загрязнения относят Жлобинский, Речицкий и Светлогорский.

В Жлобинском районе развита металлургия, промышленность стройматериалов, легкая, пищевая и др. По количеству выбросов в воздух Белорусский металлургический завод уступает Мозырскому нефтеперерабатывающему заводу.

Предприятиями Жлобинского района в атмосферу выбрасываются такие загрязняющие вещества как оксид углерода, диоксид азота, твердые частицы, формальдегид – все эти вещества не превышали уровень ПДК [2, С. 179–180].

Речицкий район является газоэнергохимическим. В г. Речица размещается газоперерабатывающий завод, метизный, гидролизный. В районе развита деревообрабатывающая промышленность (ОАО «Речицадрев») и пищевая. Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промышленными предприятиями г. Речица значительно превосходят весь район (более чем на 2000 т).

Основными загрязнителями воздушного бассейна Речицкого района являются твердые частицы, фенол, аммиак, формальдегид, свинец и диоксид азота [2, С. 182–183].

Уровень загрязнения атмосферного воздуха Светлогорского района определяют промышленные предприятия г. Светлогорска. Основное количество загрязняющих веществ от стационарных источников поступает в воздушную среду г. Светлогорска в результате функционирования ПО «Химволокно» (более 40 %), целлюлознобумажного комбината (около 20 %), Светлогорской ТЭЦ (30 %), и др.

В Светлогорском районе в атмосферу выбрасываются твердые частицы, оксид углерода, диоксид азота, сеоуглерод, сероводород, формальдегид [2, С. 184].

Все загрязняющие вещества в той или иной мере влияют на здоровье человека, поэтому рассмотрим некоторые из них.

Влияние формальдегида на здоровье человека. Формальдегид – бесцветный остропахнувший газ, который имеет высочайшую токсичность. Его в большом количестве используют на предприятиях мебельной, медицинской, лесной промышленности, он обязательный компонент пластмасс и ДСП.

Может попасть пероральным, ингаляционным путём и через кожу.

Формальдегид является ядом с общим токсическим действием на организм. Он поражает нервную систему, дыхательные пути, печень, почки, органы зрения, действует как сильный раздражитель на слизистые оболоч-

ки дыхательных путей и глаз, а также выступает сильным аллергеном. Обладает канцерогенным и мутагенным действием. Воздействуя, на организм на клеточном уровне, формальдегид, вызывает дефицит молекул АТФ, в особенности в головном мозге и сетчатке глаз, что способствует разрушению нервной ткани и зрительных анализаторов.

Попадая тем или иным способом в кровь, формальдегид связывается с белками крови, большая часть быстро превращается в муравьиную кислоту, которая очень медленно выводится из организма.

Влияние оксида углерода на здоровье человека. Оксид углерода – бесцветный газ, не имеющий запаха, немного легче воздуха, плохо растворим в воде. В атмосферу оксид углерода попадает в составе вулканических и болотных газов, в результате пожаров, выделения микроорганизмами, растениями, животными и человеком.

Угарный газ попадает в атмосферу от промышленных предприятий, в первую очередь металлургии, а также большое количество угарного образуется в нефтяной промышленности и на химических предприятиях (например при крекинге нефти).

При вдыхании человеком оксида углерода из атмосферного воздуха он попадает в кровь, где связывается с гемоглобином. У кислорода связь гемоглобином меньше, поэтому гемоглобин насыщает клетки не кислородом, а угарным газом. Чем больше молекул угарного газа содержится в воздухе, тем меньше кислорода достигает клеток организма. Это вызывает спазмы сосудов, снижает иммунологическую активность человека, что сопровождается головной болью, потерей сознания, а при очень высоких концентрациях приводит к летальному исходу.

Влияние оксидов азота на здоровье человека. При контакте диоксида азота с влажной поверхностью (слизистые оболочки глаз, носа, бронхов) образуются азотная и азотистая кислоты, раздражающие слизистые оболочки и поражающие альвеолярную ткань легких. При высоких концентрациях оксидов азота (0,004–0,008 %) возникают астматические проявления и отек легких. Вдыхая воздух, содержащий оксиды азота в высоких концентрациях, человек не имеет неприятных ощущений и не предполагает отрицательных последствий. При длительном воздействии оксидов азота в концентрациях, превышающих норму, люди заболевают хроническим бронхитом, воспалением слизистой желудочно-кишечного тракта, страдают сердечной слабостью, а также нервными расстройствами.

Вторичная реакция на воздействие оксидов азота проявляется в образовании в человеческом организме нитритов и всасывании их в кровь. Это вызывает превращение гемоглобина в метгемоглобин, что приводит к нарушению сердечной деятельности.

Рассмотрев основные предприятия Гомельской области и выбрасываемые ими за-грязняющие вещества, можно сказать, что больше всего поллютантов выбрасывается в Жлобинском районе.

Главными веществами, загрязняющими атмосферу Гомельской области и за концентрацией которых непрерывно наблюдают являются оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды, а также твердые частицы размеров 10 микрон и др.

Все эти вещества вызывают у человека расстройство центральной нервной системы, спазмы сосудов, нарушение сердечной деятельности, головным болям, воспалениям ор-ганов верхних дыхательных путей, рвоте и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Иванов В.П. Медицинская экология / В.П. Иванов. – СПб: СпецЛит, 2011. – 97 с.

2. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: ре-зультаты наблюдений, 2016 год / [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.nsmos.by/uploads/archive/Sborniki/>. – Дата до-ступа: 20.02.2017.

УДК 57.044

В.Д. ПОСВАЛЮК

Гомель, ГГУ им. Ф.Скорины

Научный руководитель: Осипенко Г.Л., старший преподаватель

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ В
АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НА ПРИМЕРЕ ОАО
«ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

Проблема загрязнения атмосферного воздуха давно волнует человечество. Она возникла вместе с появлением промышленности и транспорта, работающих на угле, а затем на нефти. Вначале задымление воздуха носило местный характер: дым и копоть немногочисленных заводских и фабричных труб почти полностью рассеивались на большом пространстве. Но быстрый повсеместный рост промышленности и транспорта привел к значительному увеличению объемов выбросов, которые не могут легко рассеиваться в атмосфере.

Сегодня на территории предприятия ОАО «Гомельский химический завод» расположены 166 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Более 95 % выбросов проходят очистку и улавливаются в газоочистных установках. Основные загрязняющие вещества, выбрасываемые предприятием в атмосферный воздух – диоксид серы, аммиак, пыль, фтористые газообразные соединения. Разрешенный выброс загрязняющих веществ по предприятию составляет 2,5 тыс. т в год, но фактический значительно меньший и в 2013 году составил 1,432 тыс. т. Этого удалось достичь за счет внедрения автоматизированных систем контроля выбросов загрязняющих веществ в воздух и внедрению мероприятий по совершенствованию существующих газоочистных установок, строительству новых.

К реализации проекта по внедрению автоматизированных систем контроля выбросов загрязняющих веществ на предприятии приступили с 2008 года. Автоматизированные системы контроля устанавливаются на основных источниках выбросов, суммарный вклад которых в валовой выброс предприятия превышает 60 %.

Сейчас автоматизированные системы установлены на двух источниках выбросов. Учет выбросов загрязняющих веществ по фактическим данным указанной автоматизированной системы контроля выброса позволил в 2013 г. снизить выплаты по экологическому налогу за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух на сумму свыше 1,4 млрд. бел. руб.

Продолжается наладка системы непрерывного контроля выбросов в цехе гранулированного аммофоса, вклад которого в валовой выброс превышает 10 %. Государственный экологический контроль за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух проводился в 2013 г. на предприятии 5 раз. Контролем были охвачено 13 источников выбросов. Из 30 замеров случаев превышения нормативов выбросов в атмосферный воздух отмечено не было. Постоянно контролируется состав атмосферного воздуха и на границе санитарно-защитной зоны ОАО «Гомельский химический завод», которая составляет 1 км. Проводилось 3228 замеров, по результатам которых на границе санитарно-защитной зоны и за ее границами концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе соответствовали установленным санитарно-гигиеническим нормативам.

Анализ динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу показывает тенденцию их ежегодного снижения. В первую очередь это касается диоксида серы, что обусловлено внедрением на одном из источников автоматизированной системы контроля выбросов. Прослеживается тенденция снижения и по выбросам твердых частиц – это результат реконструкции систем очистки отходящих газов. И хотя увеличение объемов промышленного производства не могло не сказаться на росте выбросов некоторых загрязняющих веществ, в целом за прошлый год есть заметное снижение.

ОАО «Гомельский химический завод» принадлежит к числу предприятий, оказывающих воздействие на окружающую среду. Общее количество источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ОАО «Гомельский химический завод» составляет: а) на существующее положение, 2013 г. – 166 шт. (из них 147 источников выбросов являются неорганизованными, 19 – неорганизованными); б) на перспективу, 2015 г. – 180 шт. (из них 155 источников выбросов являются организованными, 25 – неорганизованными).

Установками очистки газа оснащены 69 стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Основными источниками выделения загрязняющих веществ на производственной площадке являются: технологическое оборудование, емкости хранения продуктов, узлы погрузки, разгрузки и площадки хранения насыпных материалов.

Выбросы загрязняющих веществ от всех источников выбросов определены расчётами, инструментально-расчётными и инструментальными методами по действующим нормативно-правовым и техническим актам.

Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников выбросов до 2015 г. составил 2557,040652 т/год. В перечне загрязняющих веществ, разрешённых к выбросу в атмосферный

воздух объектами воздействия на атмосферный воздух, имеющими стационарные источники выбросов наиболее опасными являются кадмий, никель, ртуть, свинец и их соединения, хром (VI), бенз/а/пирен – эти загрязняющие вещества имеют 1-й класс опасности. А наиболее объёмными выбросами являются азот (IV) оксид, аммиак, серная кислота, сера диоксид, углерод оксид, пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 % [1,2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потребин, А. В. Химическое производство – в ладу с природой / А. В. Потребин // Вестник Белнефтехима. – 2014. – № 5. – С. 39.
2. Проект СЗЗ ОАО «Гомельский химический завод» / Сост. отдел охраны окружающей среды. – Гомель, 2014. – 271 с.

УДК 581.142:577.175.1

И.Т. РАВКОВИЧ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Ю.В. Кирисюк, преподаватель

ДЕЙСТВИЕ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ В КОНЦЕНТРАЦИИ 10^{-7} % НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

В растениеводстве Республики Беларусь наибольшее значение имеют зерновые культуры, повышение устойчивости которых к неблагоприятным факторам среды имеет огромное значение. Однако сельскохозяйственная деятельность оказывает существенное влияние на природную среду. Альтернативой является применение экологически безопасных средств повышения стрессоустойчивости и продуктивности растений. В последнее время возрос интерес к стероидным гликозидам благодаря широкому спектру биологической активности и экологической безопасности. Было установлено, что стероидные гликозиды в малых концентрациях ускоряют прорастание семян, рост и развитие растений [1]. Выявлено, что они участвуют в физиолого-биохимических процессах злаковых культур, стимулируя гормональный и общий обмен растений и оказывают противомикробное, противогрибковое, противоопухолевое действие [2]. Пшеница является одной из важнейших продовольственных культур в мире, поэтому повышение ее продуктивности имеет огромное значение. Одним из важнейших показателей качества посевного материала является всхожесть семян, определяющая дружность всходов и густоту стояния растений.

Целью данной работы явилось изучение влияния рустикозида и мелангозида на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы.

Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А.С. Пушкина. В качестве объекта исследования использовались семена яровой пшеницы сорта Василиса. Семена пшеницы предварительно стерилизовались в 30% растворе гипохлорита натрия, затем проращивались рулонным методом по ГОСТу 12038-84 в исследуемых растворах при постоянной температуре равной 22 °С. Для проведения исследования были использованы рустикозид и мелангозид в концентрации 10^{-7} %. В качестве контроля использовалась дистиллированная вода. На третьи сутки измерялась энергия прорастания, которая характеризует дружность всходов семян, на седьмые сутки измерялась всхожесть. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с исполь-

зованием программы MS Excel 2007. Достоверность определялась с помощью t-критерия Стьюдента [3].

Результаты исследований показали, что наибольшая энергия прорастания наблюдалась в варианте опыта с использованием рустикозида, что превысило контрольные данные на 4,1 %. Семена, которые росли на растворе мелангозида снизили энергию прорастания на 1,8 % (таблица 1). При использовании рустикозида наблюдалось увеличение всхожести семян пшеницы по отношению к контролю на 13 %, применение мелангозида снизило данный показатель на 8 %.

Таблица 1 – Влияние стероидных гликозидов в концентрации 10^{-7} % на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы сорта Василиса

Вариант опыта	Энергия прорастания, %		Всхожесть, %	
	$X_{cp} \pm Sx$	% к контролю	$X_{cp} \pm Sx$	% к контролю
Контроль	74,7±10,73	100,0	80,0±6,67	100,0
Рустикозид 10^{-7} %	77,78±10,1	104,1	90,0±7,07	112,5
Мелангозид 10^{-7} %	73,33±5,44	98,2	73,3±4,71	91,7

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высокой биологической активности протестированных стероидных гликозидов. Так, при обработке семян растворами рустикозида в концентрации 10^{-7} % увеличивалась энергии прорастания и всхожести семян пшеницы сорта Василиса. Применение мелангозида оказалось менее эффективным.

Исследования проводились в рамках НИР «Оценка морфофизиологической и генетической активности брассиностероидов и стероидных гликозидов для расширения спектра действия биорегуляторов растений стероидной природы», 2016-2020 гг. № ГР 20160577.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волынец, А. П. Стероидные гликозиды – новые фиторегуляторы гормонального типа. / А. П. Волынец, В. П. Шуканов, С. Н. Полянская. – Минск. : Бел. навука, 2003. – 136 с.
2. Шуканов, В. П. Стероидные гликозиды как регуляторы начального роста культурных злаков / В. П. Шуканов, С. Н. Полянская // Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – Минск, 2000. – № 3. – С. 21–23.
3. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

УДК 502.175:551.444:622.276

В.А. РАДЬКОВА

Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины

Научный руководитель: О.В. Ковалёва, канд. биол. наук, доцент

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ

Защита подземных вод от загрязнения нефтепродуктами и химическими реагентами, используемыми на различных этапах разработки месторождения, является одним из наиболее важных направлений мировой водоохраной системы. При нефтедобыче основные вещества-загрязнители – сырые нефти, а при их последующей переработке – жидкие продукты, включающие многочисленные углеводороды и сопутствующие им соединения [1]. Основными источниками нефтехимического загрязнения подземных вод являются следующие:

- потери нефти и нефтепродуктов на участках их переработки, хранения и отгрузки;
- проливы и аварийные разливы на участках эксплуатации нефтяных месторождений, а также при транспортировке нефти и нефтепродуктов;
- нарушение по различным причинам герметичности оборудования, вследствие которого происходят проливы в затрубное пространство токсичных химических веществ и нефтепродуктов;
- закачка в подземные горизонты большого количества химических реагентов, используемых нефтедобывающей промышленностью для увеличения нефтеотдачи месторождений.

Наиболее опасными источниками загрязнения являются буровой шлам, отработанный буровой раствор и буровые сточные воды, относящиеся к разряду отходов бурения. Буровые сточные воды содержат остатки бурового раствора, химических реагентов и нефти. Они являются самым опасным отходом при бурении, способным загрязнить обширные зоны гидросферы. Буровой шлам – водная суспензия, в состав которой входит выбуренная порода (60–80 %), органические вещества (8 %), водорастворимые соли (до 6 %), утяжелитель (барит, оксиды железа), глина, нефть. Буровой шлам является загрязнителем в результате присутствия химических реагентов: утяжелителей (оксидов железа, барита), кислот (уксусной, плавиковой, соляной), метанола.

Зона проникновения буровых растворов в пласт может быть весьма значительной. Поэтому необходимо использование бурового раствора, не содержащего токсичных добавок, способных ухудшить качество подземных вод, а так же качественное цементирование затрубного пространства.

Также глубина спуска кондуктора должна быть выбрана с учетом перекрытия всех водоносных горизонтов. Кроме того, необходимо исключение в качестве промывочной жидкости сырой нефти и дизельного топлива [2].

При непосредственном просачивании нефти в почву, в процессе ее добычи, несмотря на свою большую вязкость, она проникает в грунтовые воды, перемещается в направлении их движения и может распространяться на большие расстояния. Гидрофобная нефть образует тонкую пленку на поверхности воды, которая становится непригодной для использования уже в количестве 1 л нефти на 100 л воды [1].

Значительное влияние на состояние подземных вод имеют поверхностно-активные вещества (ПАВ). ПАВ вымывают нефть и нефтепродукты из грунта, что приводит к дополнительному загрязнению подземных вод.

ПАВ распространяются вместе с подземными водами на довольно большие расстояния, увлекая за собой нефть, нефтепродукты и канцерогенные вещества. Из-за высокой проникающей способности ПАВ проходят через очистные сооружения водопроводов, попадая в питьевую воду и оказывая отрицательное влияние на организм человека.

Причинами попадания ПАВ в источники водопользования при закачке их в нефтяные пласты являются негерметичность оборудования, отсутствие предохранительных устройств, которые исключают попадание ПАВ в окружающую среду при авариях и нарушениях технологического режима и так далее [2]. Учитывая отрицательное влияние ПАВ на свойства воды, необходимо строго нормировать сброс сточных вод в водоисточники и соблюдать предельно допустимую концентрацию ПАВ в воде.

В результате утечки, разлива, перетоков нефти по затрубному пространству дефектных скважин в подземных водах могут образовываться нефтяные линзы. При этом воды фильтруются сквозь линзу и загрязняются растворимыми нефтепродуктами.

Изменение химического состава подземных вод проявляется в виде повышения уровня общей жесткости и минерализации, повышенного содержания сульфатов и хлоридов, загрязнения нефтью и нефтепродуктами небольших водотоков, родников или неглубоких скважин.

Для устранения загрязнений подземных вод разработаны методы откачки и биохимической деструкции нефти. При образовании нефтяных линз используется метод откачки. Для метода биохимической деструкции нефти выделяются штаммы аборигенных активизированных микроорганизмов, которые отбираются из подземных вод месторождения с наличием загрязнения для биологической очистки подземных вод от нефти и нефтепродуктов. Загрязненные подземные воды содержат адаптировавшиеся микробные популяции, которые способны трансформировать загрязняющие вещества в окислительно-восстановительных условиях.

Таким образом, наличие активной микрофлоры в поземных водах обеспечивает процессы их самоочищения. Однако, естественное самоочищение природных объектов – это длительный процесс, продолжающийся от одного до нескольких десятилетий.

Для увеличения скорости биохимической деструкции применяются два метода: метод стимуляции естественной нефтеокисляющей микрофлоры, путем создания оптимальных условий для ее развития; метод введения в загрязненную экосистему активных углеводородокисляющих микроорганизмов вместе с добавками солей фосфора и азота [3].

В природоохранной системе действия должны быть направлены не только на обезвреживание потоков загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, но и на предотвращение их образования.

Следовательно, необходимы: тщательный контроль за техническим состоянием скважины и применяемого оборудования; изоляция нефтяных и водоносных горизонтов во избежание нефтехимического загрязнения подземных вод; при транспортировке и хранении нефти должен быть разработан план ликвидации аварийной ситуации и утечек нефти, включающий перечень объектов и территорий, подлежащих особой защите от загрязнения, план оповещения заинтересованных служб и организаций, способ утилизации разлившейся нефти.

В настоящее время ведется разработка альтернативных экологически безопасных химических реагентов, используемых в нефтяной отрасли. Использование таких реагентов снизит риск загрязнения подземных вод токсичными веществами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдова, С.Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде / С.Л. Давыдова. – М.: Изд-во РУДН, 2004. – 163 с.
2. Мазлова, Е.А. Экологические решения в нефтегазовом комплексе / Е.А. Мазлова, Л.Б. Шагарова. – М.: Издательство «Техника», 2001. – 112 с.
3. Логинов, О.Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений / О.Н. Логинов. – Уфа: Реактив, 2000. – 100 с.

УДК 581.543 + 591.531.11(476)

А.С. РОГИНСКИЙ, С.О. МОШТЫЛЬ

Минск, БГУ

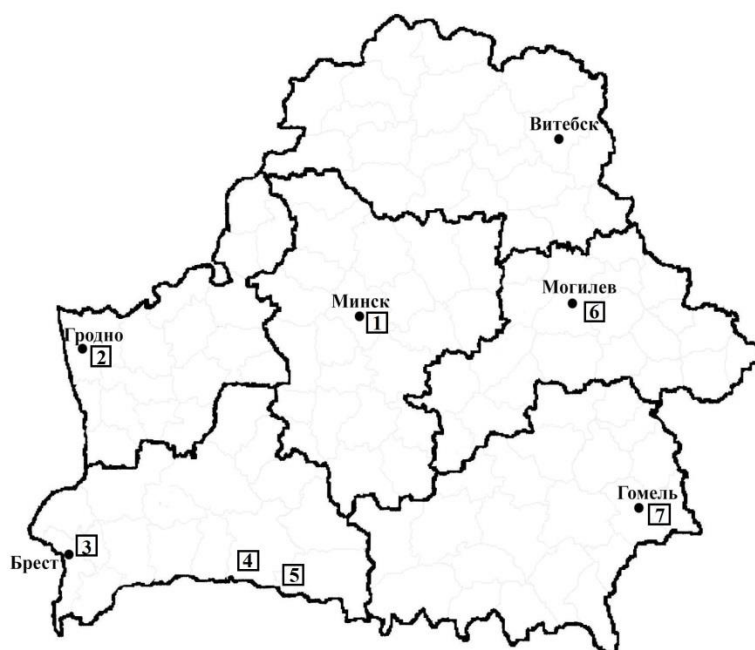
Научный руководитель: С.В. Буга, доктор биол. наук, профессор

ПРОБЛЕМА ИНДУЦИРОВАННОГО ПАТОГЕНАМИ И ВРЕДИТЕЛЯМИ ПОВТОРНОГО ЦВЕТЕНИЯ КАК УГРОЗЫ УСТОЙЧИВОСТИ НАСАЖДЕНИЙ КАШТАНА КОНСКОГО ОБЫКНОВЕННОГО В БЕЛАРУСИ

В последнее десятилетие на фоне ухудшения энтомофитосанитарной ситуации в зеленых насаждениях населенных пунктов стало появляться все больше статей о повторном цветении деревьев. По ознакомлению с феноменом «повторного цветения», становится ясно, что это явление нередкое и наблюдается оно чаще всего в осенний период [1]. В целом оно характерно для однолетних, двухлетних и многолетних растений. Причинами могут быть ранняя засуха, поздние заморозки, град, холодная погода летом, – то есть все те факторы, которые так или иначе мешают растениям полностью реализовать репродуктивный потенциал [2]. Однако ранее в списке древесных пород, подверженных повторному цветению, каштан отсутствовал.

Каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.; Sapindaceae) – теплолюбивое растение, родиной которого считаются горные долины Балканского полуострова. Ныне *A. hippocastanum* широко представлен в зеленых насаждениях Польши, Чехии, Словакии, Украины и юга Беларуси [3]. Явление повторного цветения каштанов ранее не было характерным. Следует отметить, что повторное цветение и сейчас не характерно для других используемых в озеленении в Беларуси видов каштанов: мясокрасного (*Aesculus x carnea* Zeyh., 1818) и желтого (*Aesculus flava* Sol. (1778)).

С целью прояснить ситуацию с распространенностью этого явления в Беларуси выполнен поиск указаний на повторное цветение каштанов на интернет-ресурсах. В результате, нами была найдена информация с упоминанием не в срок цветущих каштанов в зеленых насаждениях гг. Минск [4], Гродно [5], Брест [6], Могилев [7], Гомель [8], Пинск [9], а также, а/г Радчицк Брестской области [10] (рисунок 1). Для территории Витебской области упоминаний не было обнаружено. Это может быть определяться числом поколений *C. ohridella*, развивающихся за сезон, – их 2, в отличие от южной части страны, где успевает развиться большее число генераций [11].



1 – г. Минск, 2 – г. Гродно, 3 – г. Брест, 4 – а/г. Радчицк, 5 – г. Пинск, 6 – г. Могилев и 7 – г. Гомель

Рисунок 1 – Точки регистраций повторного цветения деревьев каштана конского обыкновенного на территории регионов Беларуси (ориг. по данным обзора интернет-ресурсов)

Для установления распространенности данного явления в г. Минске нами в 2015 г. проведены соответствующие обследования в зеленых насаждениях и выявлены некоторые места повторного цветения, а именно по улицам Казинца, Притыцкого, Ленина, Сурганова. В целом, в Минске оно в последнее время носит регулярный характер. Поскольку ранее, до проникновения к нам каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986; Lepidoptera: Gracillariidae), повторное цветение не наблюдалось, то можно предположить, что тому виной является деятельностью данного инвазивного вредителя. Поврежденные охридским минером листья преждевременно опадают, тем самым сокращая период активной вегетации деревьев [12]. Впоследствии, с продолжением периода благоприятной погоды и ее влияния на спящие почки, происходит их пробуждение, а затем рост листьев с последующим цветением. В дальнейшем планируется выполнить исследования прироста стволов каштанов, произрастающих в насаждениях с различным уровнем поврежденности *C. ohridella*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселева, Н.С. Анатомия и морфология растений / Н.С. Киселева – Минск, Вышэйш. школа. – 1976. – 320 с.

2. Жмылев, П.Ю. Вторичное цветение: индукция и нарушения развития / П.Ю. Жмылев, Е. А. Карпухина, А. П. Жмылева // Журнал общей биологии. – Т. 70, вып. 3. – 2009. – С. 262–273.
3. Григорюк, І.П. Біологія каштанів / І.П. Григорюк, С.П. Машковська, П.П. Яворовський, О.В. Колесніченко. – Київ: Логос, 2004. – 380 с.
4. В Минске второй раз за год зацвели каштаны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kp.by/daily/26585.4/3600628/>. – Дата доступа: 10.03.2018.
5. В Гродно снова цветут каштаны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vgr.by/fotofakt/15837-v-grodno-snova-tsvetut-kashtany>. – Дата доступа: 10.03.2018.
6. В Бресте зацвели каштаны второй раз за год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nashkraj.by/2016/09/v-breste-zacveli-kashtany-vtoroj-raz-za-god/>. – Дата доступа: 10.03.2018.
7. Второй раз за год в Могилеве зацвели каштаны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nelly-info.by/news/vtoroy-raz-za-god-v-mogileve-zacveli-kashtany>. – Дата доступа: 10.03.2018.
8. В Гомеле второй раз за год зацвели каштаны и яблони [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vseneprostotak.ru/2010/09/v-gomele-vtoroy-raz-za-god-zatsveli-kashtanyi-i-yabloni/>. – Дата доступа: 10.03.2018.
9. Сентябрьские аномалии на Полесье. В Пинске зацвели каштаны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.tut.by/kaleidoscope/416960.html>. – Дата доступа: 10.03.2018.
10. На Столинщине в середине октября зацвели каштаны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://virtualbrest.by/news42892.php>. – Дата доступа: 10.03.2018.
11. Рогинский, А. С. Phenology of the horse-chestnut leaf-miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) under the conditions of the Republic of Belarus / А. С. Рогинский // Иностранные языки и современный мир : Межд. науч. конф., г. Брест 15 апреля 2016 г. – Брест : БрГУ, 2016. Ч. 1. – С. 229–230.
12. Рогинский, А.С. Распространение и вредоносность каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) в зеленых насаждениях Беларуси / А.С. Рогинский [и др.] // Труды БГУ. – 2014. – Т. 9, ч. 2. – С. 95–103.

УДК 595.782+577.212.2

Ю.С. РОГИНСКАЯ, А.С. РОГИНСКИЙ

Минск, БГУ

Научные руководители: С.В. Буга, доктор биол. наук, профессор

Н.В. Воронова, канд. биол. наук, доцент

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОРИДОРОВ ИНВАЗИИ ОПАСНОГО ВРЕДИТЕЛЯ НАСАЖДЕНИЙ КАШТАНА КОНСКОГО ОБЫКНОВЕННОГО – КАШТАНОВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ШТРИХКОДИРОВАНИЯ

Каштановая минирующая моль, или охридский минер (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986) в настоящее время является опасным инвазивным вредителем зеленых насаждений каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L., 1753) в условиях Беларуси [1]. Регулярные вспышки массового размножения *C. ohridella* ведут к тотальной потере насаждениями каштана декоративности. Вследствие образования на листьях обширных контрастно окрашенных некротизирующихся пятен мин, в которых развиваются фитофаги, происходит преждевременное отмирание и опадение листьев. Этим определяется высокий уровень вредоносности инвайдера [2].

C. ohridella принадлежит к числу чужеродных для фауны континентальной Европы видов чешуекрылых насекомых. Считается, что исходный естественноисторически сложившийся ареал каштановой минирующей моли был ограничен горными долинами на юго-западе Балканского полуострова [3]. Минируемые личинками *C. ohridella* листовые пластинки *A. hippocastanum* присутствуют в гербарных сборах XIX века из Греции, бывшей югославской Республики Македония [4]. В 1989 г. вредитель был обнаружен в окрестностях аэропорта г. Линц (Австрия), куда, как можно предположить, насекомые были завезены воздушным транспортом. В последующие годы *C. ohridella* распространилась по всё новым странам и регионам Европы [5] (1992 г. – Италия и Германия, 1993 г. – Венгрия и Чехия, 1994 г. – Словакия, 1995 г. – Словения, 1998 г. – Нидерланды, Польша, Швейцария, Франция, Румыния, Украина, 1999 г. – Бельгия, 2002 г. – Великобритания, Дания, Швеция, Испания, 2003 г. – Молдова, Россия (Калининградская область), Литва, 2005 г. – Латвия, 2006 г. – Финляндия) и к 2001–2002 гг. достигла западных границ современной Республики Беларусь. Выполненные исследования показали, что экспансия вида по территории нашей страны завершилась к 2013–2014 гг. [6]. При этом, с точки зрения познания механизмов биологи-

ческих инвазий, интерес представляет выяснение коридоров осуществления экспансии чужеродных для региональной фауны видов, к числу которых принадлежит каштановая минирующая моль. Для этих целей в настоящее время успешно используются молекулярно-генетические методы, дающие ценный материал для геногеографии.

Для получения образцов ДНК в 2017 г. в зеленых насаждениях гг. Бреста, Гродно и Бобруйска был выполнен сбор проб листовых пластинок *A. hippocastanum*, поврежденных личинками *C. ohridella*. В лабораторных условиях мины вскрывали, личинок извлекали и погружали в 96 % этанол. В дальнейшем выделение ДНК осуществляли по общепринятой методике, секвенирование выполнено Macrogen Europe Co. Для проведения сравнительного анализа полученных последовательностей с имеющимися использовали последовательности COI, депонированные в международной базе BOLD [7]. Для редактирования и выравнивания, а также построения филогенетических деревьев нуклеотидных последовательностей, применяли свободно распространяемую программу MEGA 7.0. Исследования осуществлены при частичной финансовой поддержке БРФФИ (проект 17МС-025).

На данном этапе для *C. ohridella* нами было получено 3 нуклеотидных последовательности митохондриального гена COI. При выполнении анализа установлено, что данные последовательности не имеют нуклеотидных замен, и насекомые принадлежат к одной генопопуляции. Следовательно, можно констатировать, что на территории Беларуси присутствует одна генопопуляция каштановой минирующей моли. Для установления коридоров инвазии *C. ohridella* на территорию страны были проанализированы возможные векторы проникновения инвайдера. Для этого за стартовую точку взяли территорию Австрии, поскольку именно отсюда началась инвазия вида по всей Европе. Проанализировав возможные пути распространения минера через сопредельные страны, было констатировано 3 предположительные коридора инвазии. Они включают следующие страны: Австрия, Германия, Чехия, Словакия, Венгрия, Польша, Украина, Литва, Румыния. Нуклеотидные последовательности имеются для всех стран, за исключением Украины. Это позволило сравнить депонированные последовательности из международной базы BOLD с полученными нами. В результате было получено филогенетическое дерево нуклеотидных последовательностей гена COI каштановой минирующей моли (рисунок 1).

Рассматривая связи из построенного нами дерева, можно сделать вывод, что существует 3 «ветви» популяций *C. ohridella*. Первая ветвь содержит последовательности насекомых из Венгрии, Чехии и Румынии, вторая ветвь – из Словакии, а третья – Австрии, Германии, Чехии, Словакии, Венгрии, Польши, Украины, Литвы, Румынии и Беларуси. При детальном рассмотре-

нии, 3-я ветвь содержит кладу, объединяющую последовательности *C. ohridella* из Чехии и Беларуси.

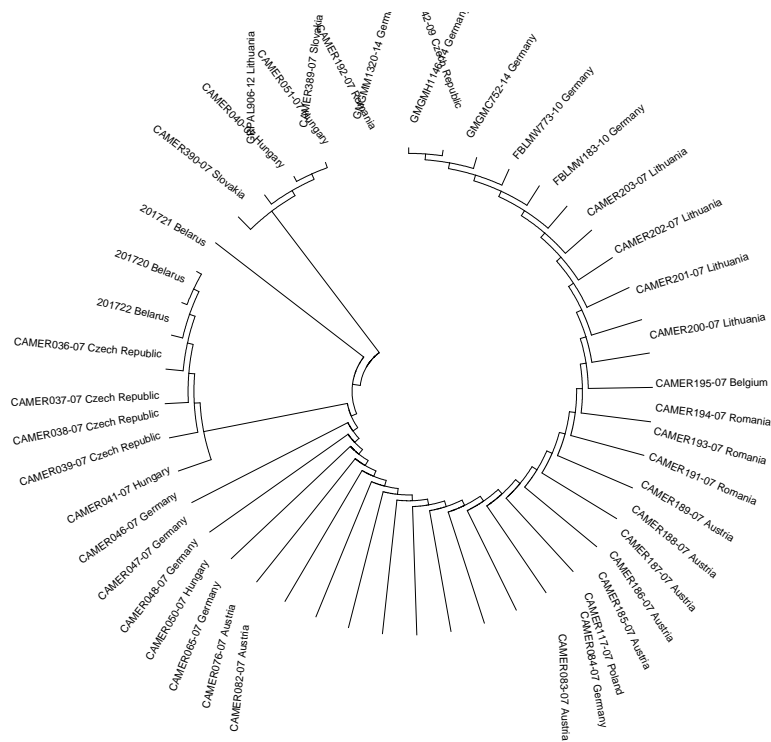


Рисунок 1 – Филогенетическое дерево нуклеотидных последовательностей гена COI каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986) протяженностью 553 н.п., с указанием порядкового номера в базе данных BOLD и соответствующей страны

Таким образом, можно сделать вывод, что генопопуляция каштановой минирующей моли из Беларуси имеет сродство с таковой из Чехии, а следовательно, возможно проникновение данного инвайдера по коридору в направлении от Чехии к Беларуси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогинский, А.С. *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 / А.С. Рогинский, Ф.В. Сауткин, О.В. Синчук // Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / Научно-практический центр по биоресурсам НАН Беларуси; под общ. ред. В. П. Семенченко. – Минск, 2016. – С. 79–81.
2. Рогинский, А.С. Поврежденность каштана конского обыкновенного каштановой минирующей молью в условиях зеленых насаждений г. Минска / А.С. Рогинский, С.В. Буга // От идеи – к инновации : Материалы XXI Республиканской студенческой научн.-практ. конф., Мозырь, 24 апре-

ля 2014 г., Мозырский гос. ун-т имени И.П. Шамякина. – Мозырь, 2014. – Ч. 2. – С. 55.

3. Григорюк, І.П. Біологія каштанів / І.П. Григорюк, С.П. Машковська, П.П. Яворовський, О.В. Колесніченко. – Київ: Логос, 2004. – 380 с.

4. Lees, D.C. Tracking origins of invasive herbivores through herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leaf miner / D.C. Lees [et al.] // *Frontiers in Ecology and the Environment*. – 2011. – Vol. 9. – P. 322–328.

5. Рогинский, А.С. Распространение и вредоносность каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) в зеленых насаждениях Беларуси / А.С. Рогинский [и др.] // *Труды БГУ*. – 2014. – Т. 9, ч. 2. – С. 95–103.

6. Рогинский, А.С. Каштановая минирующая моль (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) в Беларуси: современное состояние и перспективы исследований / А.С. Рогинский, С.В. Буга // *Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе : сборник статей II Международной научно-практической конференции, 6–8 сентября 2017 г., Минск / редкол.: О.И. Бородин, В.А. Цинкевич*. – Минск : А.Н. Вараксин, 2017. – С. 335–342.

7. Barcode of life data system [Electronic resource]. – 2014–2018. – Mode of access: <http://www.boldsystems.org/>. – Date of access: 10.02.2018.

УДК 504.75+574

И.Н. РОЗУМЕЦ

Брест, БрГТУ

Научный руководитель: Шпока И.Н., канд. геогр. наук, доцент

СОЛОМА – ЭКОЛОГИЧНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Люди находятся в постоянном поиске новых эффективных строительных материалов, которые могут помочь улучшить качество жизни. Сегодня много людей обеспокоены негативным влиянием строительных материалов на окружающую среду, поэтому все больше внимания уделяется использованию природных материалов. Отличным решением является использование соломенных блоков в строительстве. В Беларуси производится большое количество соломы. Это сырьё позволило бы решить множество социальных и экономических проблем в стране. Однако в большинстве случаев солому оставляют на поле либо сжигают. Солома – это, преж-

де всего, возобновляемое сырье и его просто превращать в строительный материал.

Солома – хороший звукоизолятор. При очень плотном сжатии позволяет выдерживать огневую нагрузку с температурой 1000°C в течении нескольких часов. Отопление соломенных домов обходится дешевле так как у соломы теплопроводность в 4 раза ниже, чем у древесины и в 7 раз ниже, чем у кирпича. В соломенном доме создается благоприятный микроклимат. Солома обладает высокой гигроскопичностью. При соблюдении технологии строительства влажность соломы внутри стены составляет 3–5%. В такой плотной, сухой соломе насекомые не заводятся и не размножаются, для них нужна влажность выше 20%.

Для изготовления блоков лучше всего подходит солома ржи, льна, пшеницы, конопли, сено. В качестве сырья для блоков обязательно используют сухую солому. При прессовании задаётся нужная величина плотности. Готовый соломенный блок имеет правильную форму параллелепипеда. Он плотно обвязан металлической проволокой или полимерным шнуром. Выпускаются блоки разных параметров. С одной тонны соломы можно получить примерно 77 соломенных блоков. Для строительства дома площадью 70 м² необходимо соломы, собранной с участка 2-4 гектаров. На жилой дом среднего размера уходит до 700 штук соломенных блоков [1].

Состав соломы хлебных злаков, как и состав древесины, включает целлюлозу, полуцеллюлозу, лигнин. В соломе содержится много кремнезёма, в 2–3 раза больше, чем в древесине. Благодаря этому элементу солома отличается завидной стойкостью. Каркасная технология соломенного домостроения позволяет обеспечить устойчивость дома к сильному ветру и не опасаться штормового предупреждения, объявленного синоптиками [2].

Существует метод обработки соломенных блоков глиной, когда блок на короткое время обмакивают в глину или её наносят на соломенную поверхность руками в 3 слоя. Общая доля глины в конструкции стены составит не более 10%. Такие стены прочнее, лучше защищены от возгорания, но сама технология более трудоёмка. Стены получаются тяжелее, долго сохнут. По этажности каркасно-соломенная технология ограничивается несущей способностью каркаса, то есть в принципе можно возвести даже соломенный небоскрёб. В настоящее время уже существуют пятиэтажные соломенные здания.

Влажность – один из важнейших факторов, учитывающихся при строительстве дома из соломы. В условиях нашего дождливого климата, с высоким содержанием влаги в воздухе в течение всего года, с перепадом температур соломенные стены правильно возведённого дома чувствуют себя отлично. Солома может испарять избыточную влагу. Она «дышит»

даже лучше дерева. У неё хорошие парозащитные свойства. Равновесная влажность соломы в стене составляет не более 8%.

Чрезвычайно важно при строительстве соломенного дома обеспечить влажность закрытой в стене соломы не более 18%, иначе могут начаться органические процессы гниения. При соблюдении правильной технологии соломенная конструкция перенесёт даже непродолжительное наводнение. А вот длительного увлажнения сооружения из соломы не выносят [2].

Солома – быстро возобновляемый природный ресурс с низко рентабельностью. Поскольку соломенные блоки – достаточно лёгкий материал, расходы на устройство фундамента будут минимальными. У соломенного дома много преимуществ [3].

Выводы: дома из соломы чрезвычайно устойчивые, экологически чистые и энергосберегающие; солома позволяет сберегать ресурсы; не изменяются ландшафты; дома из соломенных панелей благоприятно воздействуют на организм человека благодаря паропроницаемости и регулируемой влажности; низкая цена и долговечность; соломенный дом в три раза теплее, нежели обычный; не поселяются насекомые и грызуны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Econet – веб-портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://econet.ru/articles/65268> . – Дата доступа : 14.01.2018.
2. Хлызова, И.Л. Огнестойкий дом из соломы! Малоизвестная технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://econet.ru/articles/79717-ognestoykiy-dom-iz-solomy>. – Дата доступа : 15.01.2018.
3. Скупов, Б.В. От технологии «соломенной избушки» к современному экодому из растительных материалов. – Режим доступа : <http://www.archealth.ru/tekushchee-izdanie/arkhitektura-i-antropogennaya-sreda/241-ot-tekhnologii-solomennoj-izbushki-k-sovremennomu-ekodomu-iz-rastitelnikh-materialov>. – Дата доступа : 15.01.2018.

УДК 635.154

Е.Г. РУДЕНОК

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель: Т.А. Тимофеева, канд. биол. наук, доцент

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ПРИЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ С МИНИМАЛЬНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УДОБРЕНИЙ И НИТРАТОВ

Белокочанная капуста считается одной из основных плодовоовощных культур в Беларуси. Это растение больших потенциальных возможностей. Оно довольно требовательно к плодородию почвы, хорошо реагирует на органические и минеральные удобрения.

Для возделывания белокочанной капусты оптимально подходят богатые органическим веществом суглинистые почвы и с нейтральной или слабокислой реакцией почвенного раствора. Кислые почвы непригодны для выращивания капусты, так как на них растения болеют килой. Такие почвы требуют обязательного известкования.

Ранняя капуста хорошо растет на быстро просыхающих участках и на окультуренных легкосуглинистых и супесчаных почвах. Среднеспелую и позднюю капусту можно размещать также на осушенных пойменных участках. Культура хорошо переносит высокую концентрацию почвенного раствора и очень чувствительна к дефициту кислорода в почве.

Почвы для капусты должны отвечать следующим показателям:

- содержание тяжелых металлов и пестицидов ниже предельно допустимой концентрации (ПДК);
- механический состав: от легкого до среднего суглинка;
- уровень грунтовых вод: глубже 1–1,2 м;
- гумусовый горизонт: более 35–40 см;
- содержание гумуса: более 2%;
- рН солевой вытяжки: 6,0–7,2;
- содержание подвижного фосфора: более 10 мг на 100 г почвы;
- содержание обменного калия: более 15 мг на 100 г почвы;
- плотность почвы: 1–1,2 г/см³;
- содержание водорастворимых солей: не более 0,3% [1].

Для капусты очень важна оптимальная подача воды. Нехватка воды ведет к остановке роста, неравномерному созреванию и растрескиванию кочанов. Капуста, предназначенная для хранения, должна расти медленно и равномерно.

Лучшими предшественниками для поздних сортов капусты являются: однолетние кормовые травосмеси, озимая рожь на зеленый корм, картофель, морковь, томат, свекла, редька, редис [1].

Наиболее высокая продуктивность капусты получена в семипольном овоще-кормовом севообороте [1].

С целью снижения негативного воздействия различных инфекций рекомендуемый период повторного выращивания капусты на том же поле составляет 4–5 лет.

Белокочанная капуста хорошо отзывается на применение органических удобрений, которые снижают содержание нитратов в продукции. На дерново-подзолистых почвах рекомендуется вносить под позднеспелую капусту 60–80 т/га навоза, на пойменных – 50–60 т/га, на черноземах 30–40 т/га навоза. Следует учесть, что применение осадков сточных вод недопустимо из-за высокого содержания в них тяжелых металлов [1].

В овоще-кормовом севообороте важным приемом снижения содержания нитратов в продукции является запашка под капусту 20–30 т/га зеленой массы сидератов (повторный посев горохово-овсяной или вико-овсяной смеси, подзимний промежуточный посев озимой ржи). Кормовые остатки многолетних трав также играют положительную роль в снижении нитратов в капусте [1].

Белокочанная капуста отзывчива и на известкование кислых почв, поэтому для снижения вредоносности капустной килы рекомендуется до посадки капусты в слой почвы внести 3–4 т/га гашеной извести или мелко-размолотой доломитовой муки. Известкование на 15–20% снижает содержание тяжелых металлов в кочанах капусты [1].

Дозы внесения минеральных удобрений под капусту зависит от планируемой урожайности, типа почвы, содержания питательных элементов в ней, сорта, условий орошения (таблица 1) [1].

Таблица 1 – Доза минеральных удобрений для капусты

Тип почв	Доза
дерново-подзолистые	N 120–150 P 60–90 K 180–210
аллювиальные луговые	N 90–120 P 60–90 K 180–240
выщелоченные и обыкновенные черноземы	N 90–120 P 60–90 K 90–120
торфяно-болотные аллювиальные иловато-торфяные	N 60–90 P 80–120 K 210–270

Среди форм азотных удобрений предпочтение следует отдавать мочеvine, сульфату аммония (на нейтральных почвах), но избегать аммиачной селитры [1].

Чтобы снизить содержание нитратов в капусте, перед посадкой рассады следует вносить в почву половину общей дозы азотных и калийных удобрений, а оставшуюся часть – в подкормках с поливной водой [1].

Лучший срок для подкормки капусты азотными удобрениями – период от фазы розетки до начала образования кочанов (конец июня – начало июля). Подкормки азотом способствует интенсивному нарастанию листа. Дозы подкормок – 60–90 кг/га действующего вещества.

Лучшей формой азотных удобрений является мочевины, которая хорошо растворяется в воде. Подкормку азотом поздней капусты необходимо прекращать за 2–2,5 месяца до уборки [1].

Лучшим сроком подкормки капусты калийными удобрениями является период от начала образования кочанов до начала технической спелости (август – начало сентября). В этот период капуста потребляет 75–80% необходимого ей калия, поэтому такая подкормка способствует быстрому созреванию кочанов и их лучшей сохранности зимой.

Форма калийных удобрений для подкормки – хлористый калий – снижает содержание нитратов в кочанах на 20–40% [1].

За 5–7 дней до предполагаемой уборки урожая следует провести анализы кочанов на содержание нитратов. В том случае, если количество NO_3 на 25–30% превышает ПДК, следует отложить уборку в этом поле на 10–15 дней [1].

Чтобы снизить содержание нитратов в кочанах капусты, разработан ряд приемов послеуборочной доработки:

- удаление зеленых кроющих листьев и кочерыг (содержание нитратов снижается на 20–30%);
- намачивание кочанов в подсоленной воде (в 1–1,5% растворе поваренной соли), что снижает содержание нитратов в 1,5–2 раза;
- квашение капусты снижает содержание NO_3 в 1,5 раза;
- удаление рассола из квашеной капусты снижает содержание нитратов в 2 раза [1].

В период хранения содержание нитратов в капусте, выращенной на умеренном фоне азотного питания, существенно снижается, достигая минимума в январе – феврале. В марте – апреле концентрация NO_3 в кочанах может снова возрасти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Как выращивать капусту без нитратов и химических удобрений [Электронный ресурс] // Своими руками – как сделать самому – 2011. URL: <http://kak-svoimi-rukami.com/2011/05/kak-vyrashhivat-kapustu-bez-nitratov-i-ximicheskix-udobrenij/> (дата обращения: 13.02.2018).

УДК 349.6

Е.А. САВЧЕНКОВА, Е.А. ПАНТЕЛЕЕВА

Барановичи, БарГУ

Научный руководитель: И.Р. Дзик, старший преподаватель

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ПРАВОПОРЯДКА В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

Согласно статье 55 Конституции Республики Беларусь «Охрана природной среды - долг каждого» [1].

Экологическое правонарушение представляет собой виновное, противоправное деяние (действие или бездействие), посягающее на установленный экологический порядок, экологическую безопасность общества и причиняющие вред окружающей среде, а через него так же здоровью человека, имуществу физических и юридических лиц либо создающее реальную угрозу причинения такого вреда.

Сущность экологического, как и всякого иного правонарушения раскрывается через его состав: субъект, объект, субъективную и объективную стороны. Из всех элементов состава экологических правонарушений для выделения их в самостоятельную группу наибольшее значение имеет объект и объективная сторона правонарушений [2, с. 234-235].

Таким образом, объектом экологического правонарушения следует признать общественные отношения по поводу окружающей среды в целом ее отдельных компонентов, регулируемые нормами права [4, с. 354].

Объективная сторона экологического правонарушения выражается в действиях, нарушающих экологические предписания, причиняющих вред природной среде, либо в бездействии, которое заключается в невыполнении обязательных предписаний [2, с. 236].

Умысел может быть прямой и косвенный. При совершении экологического правонарушения с прямым умыслом физическое лицо осознавало, что своим деянием нарушает природоохранительное законодательство, что эти действия (бездействие) общественно опасны для окружающей природной среды, предвидело возможность или неизбежность наступления общественно опасных последствий в виде причинения вреда природной среде или реальной угрозы этого вреда и желало их наступления. Правонарушение совершается с косвенным умыслом, если лицо осознавало общественную опасность своего деяния, предвидело возможность причинения вреда или создания реальной угрозы вреда, не желало, но сознательно допускало это либо относилось к этому безразлично. Неосторожность проявляется в

виде совершения экологического правонарушения по легкомыслию или небрежности [9, с.188-189].

Различают следующие виды юридической ответственности за нарушения экологического законодательства: административную, уголовную, гражданскую, дисциплинарную.

Административная ответственность означает применение компетентными органами и должностными лицами в установленном порядке административных взысканий к нарушителям в сфере использования природных ресурсов и охраны окружающей среды [4, с. 348].

Соответственно, в главе 15 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях указан перечень правонарушений против экологической безопасности, окружающей среды и порядка природопользования [5].

За нарушения законодательства об охране окружающей среды органы административной юрисдикции могут применять следующие взыскания: предупреждение, штраф, конфискация или возмездное изъятие предмета, явившегося орудием совершения или непосредственным объектом административного правонарушения, лишение специального права (например, права на охоту) [4, с. 348].

Уголовное законодательство Республики Беларусь содержит конкретные виды уголовной ответственности закрепленные в главе 26 «Преступления против экологической безопасности и природной среды» [6].

Крупным размером ущерба в статьях главы 26 Уголовного Кодекса Республики Беларусь (далее – УК) признается размер ущерба на сумму, в двести пятьдесят и более раз превышающую размер минимальной заработной платы, установленных на день совершения преступления, особо крупным – в тысячу и более раз превышающую размер такой минимальной заработной платы, если иное не оговорено в статьях настоящей главы.

Особо крупным размером ущерба в статьях 276 Уничтожение либо повреждение леса по неосторожности и 277 Незаконная порубка деревьев и кустарников УК признается размер ущерба на сумму, в двести пятьдесят и более раз превышающую размер минимальной заработной платы, установленный на день совершения преступления [7, с. 255].

Применительно к экологическому законодательству гражданско-правовая ответственность заключается в возложении на правонарушителя обязанности возместить потерпевшей стороне имущественный вред в натуре (реальное возмещение) или в денежной форме (убытки), причиненный в результате нарушения правовых требований по охране окружающей среды [4, с. 350].

В соответствии с Гражданским Кодексом Республики Беларусь определяется размер и порядок возмещения вреда, причиненного личности

и имуществу гражданина в результате вредного воздействия на окружающую среду [8].

Указанное позволяет сделать вывод о том, что применение ответственности за экологические преступления низкоэффективно. Однако об общем принципе, которые следует соблюдать при изучении вопросов ответственности за экологические правонарушения, можно говорить о том, что в Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» следует внести понятие «экологическое правонарушение».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция Республики Беларусь от 15 марта 1994 г. (с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.) // Консультант Плюс : Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2018.

2. Балашенко, С. А. Экологическое право : учебник / С. А. Балашенко, Т. И. Макарова, В. Е. Лизгаро. – Минск : Высшая школа, 2016. – 383 с.

3. Бринчук, М. М. Экологическое право : учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юристъ, 2003. – 670 с.

4. В. Н. Артемова, С. А. Балашенко, А. В. Барков и др. Основы права : учебник / В. Н. Артемова, С. А. Балашенко, А.В. Барков и др.; под ред. Г.Б. Шишко. – 3-е изд., стереотип. – Минск : Книжный Дом, 2006. – 416 с.

5. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях [Электронный ресурс] :21 апр. 2003 г., № 194-3 :принят Палатой представителей 17 дек. 2002 г. : одобр. Советом Республики 2 апреля 2003 г. ;в ред. Закона Респ. Беларусь от 15 июля 2015 г., № 305-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.

6. Уголовный кодекс Республики Беларусь: Кодекс Респ. Беларусь от 9 июля 1999 г. № 275-3 (в ред. от 15.07.2009 г.) // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. –1999. – № 76. – 2/50; 2006. – № 112. – 2/1244.

7. Круглов, В.А. Основы права: Учебно-методический комплекс.– Минск : Изд-во МИУ, 2006. – 308 с.

8. Гражданский кодекс Республики Беларусь: Кодекс Респ. Беларусь, 7 дек. 1998 г.; № 218-3: в ред. Закона Респ. Беларусь от 29.12.2006 г. // Консультант плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.

9. Саркисов, О. Р. Экологическое право: учеб. пособие для студ. учреждений высшего проф. образования / О. Р. Саркисов, Е. Л. Любарский. – 5-е изд. переработанное и доп. – Казань: Центр инновационных технологий, 2014. – 335 с.

УДК 632.938; 581.2

И.Ю. САХАРУТА

Минск, БГУ

Научный руководитель: О.В. Лагодич, ассистент

РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИЕ РИЗОСФЕРНЫЕ БАКТЕРИИ – ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ CUCUMIS SATIVUS L. ОТ ФИТОПАТОГЕНОВ

Огурец (*Cucumis sativus* L.) – одна из наиболее распространённых овощных культур. Эта ценная культура возделывается практически во всех странах мира. По отведенным площадям огурец является безусловным лидером в защищенном грунте: на его долю приходится около 70% всех площадей, а в открытом грунте занимает третье место после капусты и томата [1].

В Беларуси под возделывание огурца отводятся площади около 80 гектаров, средняя урожайность составляет 40-45 кг/м² [2,3]. Однако поражения растений огурца различными бактериальными и грибными заболеваниями может привести к значительным потерям урожая. Для защиты растений преимущественно используются химические средства защиты (ХСЗ - фунгициды, пестициды, инсектициды), но их применение может отрицательно сказываться как на процессы роста и развития сельскохозяйственных растений, так и на состояние окружающей среды. Это обусловлено тем, что ХСЗ могут накапливаться в почве, для них характерно токсичное, мутагенное, аллергенное или канцерогенное действие, которое может нарушать состав естественной микрофлоры. Наряду с ХСЗ существуют экологически безопасные биологические средства защиты. Преимущества данных средств заключается в том, что они воздействуют на фитопатогены, активизируя защитные свойства растений, имеют пролонгированное действие и лишены недостатков, характерных для химических средств защиты. К биологическим средствам защиты относятся биопрепараты на основе PGPR, в состав которых могут входить ризосферные бактерии рода *Pseudomonas* и их метаболиты, а также бактерии рода *Bacillus*.

В связи с этим изучение способности метаболитов ризосферных бактерий рода *Pseudomonas* активизировать защитные свойства растений и улучшать их ростовые качества является актуальным.

Для проведения исследований использовали штаммы: *P. fluorescens* ВКМВ 561, синтезирующий ИУК, гиббереллины; *P. aurantiaca* В-162 [2] антибиотики феназинового ряда; *P. putida* КМБУ 4308, синтезирующий сидерофор – пиовердин, а также мутантные варианты *P. aurantiaca* phz^Δ и *P. putida* pvd^Δ, не способные к синтезу феназиновых антибиотиков и

пиовердина, соответственно [4,5]. Для выявления действия внеклеточных метаболитов использовали культуральную жидкость, которую получали при выращивании ризосферных бактерий в жидкой среде King B в течение 48 часов при температуре 28°C, с последующим освобождением от клеток бактерий с помощью центрифугирования.

Для моделирования системы заражения патогеном использовали споры гриба *Botrytis cinerea* Pers, которые получали путем смыва с чашки с трехнедельным спороносящим мицелием.

Объектом исследования служили огурцы сорта «Славянский» белорусской селекции. Семена перед посевом подвергали поверхностной стерилизации в хлорсодержащем растворе отбеливающего средства «Белизна» (разведение 1:3), затем в слабом растворе $KMnO_4$ и 60%-ном этиловом спирту в течение 5 минут и промывали стерильной дистиллированной водой 3 раза.

Семена проращивали в культуре *in vitro* на агаризованной безгормональной среде Мурасиге-Скуга (МС), содержащей стандартный набор солей и включающей 7 г/л агара и 30 г/л сахарозы. Растения культивировали в климатической камере при шестнадцатичасовом освещении и температуре 18°C (ночь) – 24°C (день). Через несколько суток проросшие семена отбирали и пересаживали в большие пробирки *in vitro* со средой МС. Затем в стерильных условиях добавляли культуральную жидкость ризосферных бактерий. Спустя три недели, на листья наносили суспензию спор фитопатогенного гриба.

На седьмые сутки после заражения на растениях, обработанных внеклеточными метаболитами ризобактерий *P. fluorescens*, *P. putida* и *P. aurantiaca*, отмечались незначительные участки поражения грибом или таковые отсутствовали вовсе. В то время как на контрольных растениях (ничем не обработанных) и растениях, обработанных культуральной жидкостью *P. putida pvd*² и *P. aurantiaca phz*², поражения серой гнилью охватывало до 40% площади листовой пластинки.

Также через две недели после заражения были оценены морфометрические параметры растений, такие как длина и масса

Было показано, что наибольшая прибавка длины стебля и корня зафиксирована после обработки семян огурца внеклеточными метаболитами *P. fluorescens* ВКМВ 561 и составила $13,09 \pm 0,13$ см и $12,41 \pm 0,19$, соответственно, а наименьшая у контрольных растений (не подвергавшихся обработке) $9,78 \pm 0,32$ и $9,09 \pm 0,22$. Растения же зараженные спорами фитопатогена имели меньшие показатели длины стебля, корня и массы растений, по сравнению с растениями контрольной группы (рисунок 1 [3]).

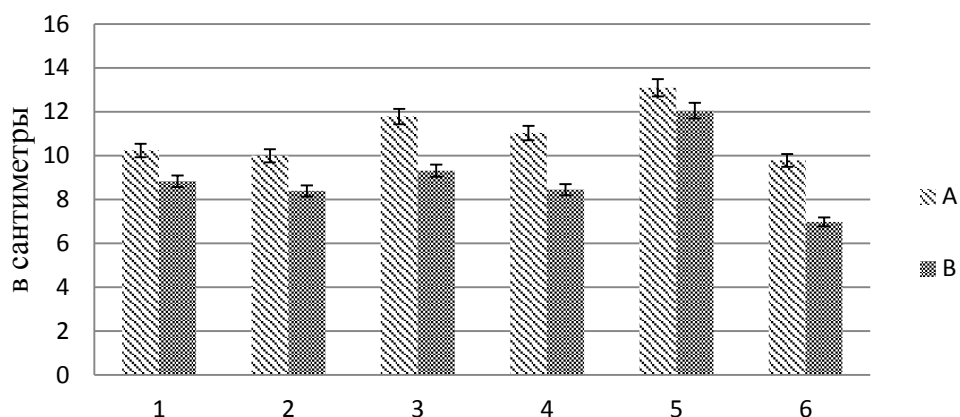


Рисунок 1 – Длина стебля огурца у контрольной и экспериментальной групп
 Пояснения к рисунку: **1** \square *P. aurantiaca* В-162; **2** \square *P. aurantiaca* phz[®]; **3** \square *P. putida* КМБУ 4308; **4** \square *P. putida* pvd[®]; **5** \square *P. fluorescens* ВКМВ 561; **6** \square Контроль (вода), растения, не подвергавшиеся воздействию ризобактерий.
 А \square растения, обработанные ризосферными бактериями; В \square растения, обработанные ризосферными бактериями и зараженные фитопатогеном.

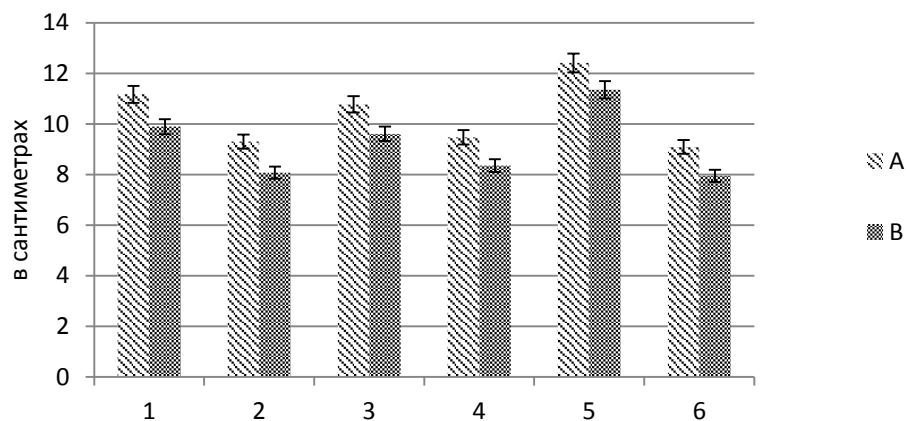


Рисунок 2 – Длина корня огурца у контрольной и экспериментальной групп
 Пояснения к рисунку: **1** \square *P. aurantiaca* В-162; **2** \square *P. aurantiaca* phz[®]; **3** \square *P. putida* КМБУ 4308; **4** \square *P. putida* pvd[®]; **5** \square *P. fluorescens* ВКМВ 561; **6** \square Контроль (вода), растения, не подвергавшиеся воздействию ризобактерий.
 А \square растения, обработанные ризосферными бактериями; В \square растения, обработанные ризосферными бактериями и зараженные фитопатогеном.

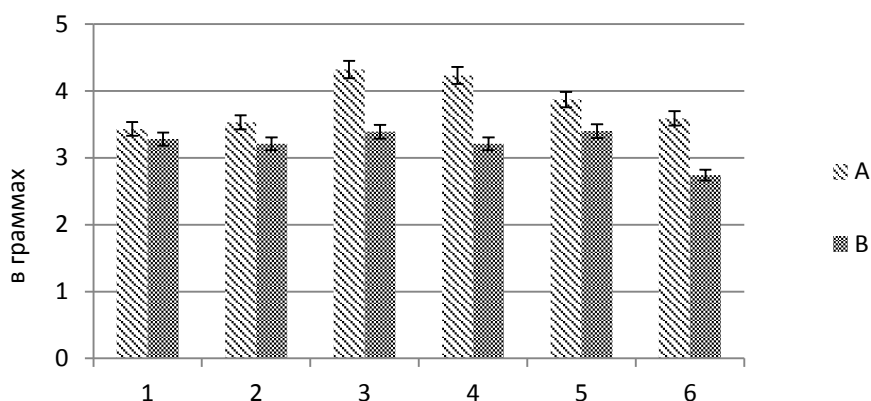


Рисунок 3 – Масса растений огурца у контрольной и экспериментальной групп

Пояснения к рисунку: **1** – *P. aurantiaca* В-162; **2** – *P. aurantiaca* phz; **3** – *P. putida* КМБУ 4308; **4** – *P. putida* pvd; **5** – *P. fluorescens* ВКМВ 561; **6** – Контроль (вода), растения, не подвергавшиеся воздействию ризобактерий.

А – растения, обработанные ризосферными бактериями; В – растения, обработанные ризосферными бактериями и зараженные фитопатогеном.

Полученные в исследовании результаты показали, что добавление к проросткам огурцов *in vitro* культуральной жидкости ризосферных бактерий рода *Pseudomonas* оказывает ростостимулирующий эффект, однако ярко выраженный защитный эффект показали бактерии, способные к синтезу сидерофора пиовердина, ИУК, гиббереллинов, антибиотиков феназинового ряда, что говорит о способности данных метаболитов индуцировать системную устойчивость у растений огурца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российский огурец – сегодня [Электронный ресурс] / Литвинов С. С. [др.]. – Режим доступа: <http://www.greenhouses.ru/cucumber>. – Дата доступа: 25.08.2017.
2. Кныш, В. Кобринский корнишон: технологии от «а» до «я» [Электронный ресурс] / В. Кныш, Н. Сидюк. – Режим доступа: <http://www.vkobrine.by/?p=5355>. – Дата доступа: 20.08.2017.
3. Девяткова, С. Тепличные условия [Электронный ресурс] / С. Девяткова. – Режим доступа: <http://ng.sb.by/obshchestvo-6/article/teplichnye-usloviya-3.html> – Дата доступа: 23.08.2017.
4. Феклистова, И.Н. Синтез феназиновых соединений бактериями *Pseudomonas aurantiaca* В-162 / И.Н.Феклистова, Н.П. Максимова // Вестник БГУ. – 2005. – № 2. – С. 66–69.
5. Биологическая активность сидерофора пиовердина, синтезируемого непатогенными ризосферными бактериями *Pseudomonas putida* КМБУ 4308 / Ю.М. Кулешова [и др.] // Труды БГУ. – 2011. – Т. 6, Ч. 1. – С. 224–230.

УДК 581.142:577.175.1

А.А. СЕМЕНЮК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Ю.В. Кирисюк, преподаватель

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

Необходимым условием при выращивании сельскохозяйственных культур является применение различных регуляторов роста с целью повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды и, следовательно, к увеличению продуктивности и улучшению агротехники их возделывания. Современные технологии направлены на использование полифункциональных и экологически безопасных биорегуляторов, к которым относят недавно открытый класс фитогормонов – brassinosteroids. [1]. Согласно литературным данным эффективность применения brassinosteroids проявляется при очень малых концентрациях, что также имеет большое экологическое значение. Отмечается также и сортоспецифичность действия гормонов данного класса на прорастание семян зерновых культур [2]. В связи с этим возникает необходимость изучения влияния brassinosteroids на зерновые культуры, в том числе пшеницу – одну из важнейших продовольственных культур в Республике Беларусь.

Цель данной работы – изучить влияние эпибрассинолида и гомобрассинолида в концентрации 10^{-9} % на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы.

Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А.С. Пушкина. В качестве объекта исследования использовалась пшеница сорта Василиса. Постановка экспериментов по определению посевных качеств семян проводилась согласно ГОСТ 12038-84. В настоящей работе семена пшеницы предварительно дезинфицировались 30 % раствором гипохлорита натрия в течение 10 минут, а затем проращивались рулонным методом в термостате при температуре 22°C. Опытные варианты – растворы эпибрассинолида и гомобрассинолида в концентрации 10^{-9} %, контрольный вариант – дистиллированная вода. На третьи сутки определялась энергия прорастания семян, на седьмые – их всхожесть. К числу всхожих относились семена с ростком и нормально развитым корешком. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы MS Excel 2007. Достоверность определялась с помощью t-критерия Стьюдента [3].

В результате проведенных экспериментов было выявлено, что исследуемые brassinosteroids оказали положительное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы. Так, энергия прорастания в варианте опыта с использованием гомобрасинолида превышала контрольные значения на 7,1 %, а эпибрасинолида – на 16,1 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние эпибрасинолида и гомобрасинолида в концентрации 10^{-9} % на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы сорта Василиса

Вариант опыта	Энергия прорастания, %		Всхожесть, %	
	$X_{cp} \pm Sx$	% к контролю	$X_{cp} \pm Sx$	% к контролю
Контроль	74,7±10,73	100,0	80,0±6,67	100,0
Эпибрасинолид 10^{-9} %	80,0	107,1	90,0±3,32	112,5
Гомобрасинолид 10^{-9} %	86,7±7,71	116,1	93,3±6,67	116,6

Всхожесть семян в варианте опыта с использованием 10^{-9} % раствора гомобрасинолида самая высокая и составляет 93,3 %. По сравнению с контролем всхожесть семян, обработанных эпибрасинолидом в концентрации 10^{-9} %, повысилась на 16,6 %. Также необходимо отметить, что применение данных соединений снизило количество ненормально проросших и загнивших семян.

Таким образом, полученные результаты не выявили статистически достоверных отличий в вариантах опыта по сравнению с контролем, однако показали положительное биологическое влияние эпибрасинолида и гомобрасинолида в концентрации 10^{-9} % на энергию прорастания и всхожести семян пшеницы, а также уменьшение количества загнивших и ненормально проросших семян.

Исследования проводились в рамках НИР «Оценка морфофизиологической и генетической активности brassinosteroids и стероидных гликозидов для расширения спектра действия биорегуляторов растений стероидной природы», 2016-2020 гг. № ГР 20160577.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В.А. Брасиностероиды / В.А. Хрипач, Ф.А. Лахвич, В.Н. Жабинский. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 287 с.
2. Брасиностероиды – перспективные регуляторы болезнеустойчивости и продуктивности яровой пшеницы / В. П. Шуканов [и др.] // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. – Минск, 2005. – С. 256.
3. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

УДК 574.57.04

М.Р. СОЛОНСКИЙ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: О.В. Корзюк, старший преподаватель

ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ

В связи с быстрыми темпами развития химической промышленности, появилось огромное количество разнообразных товаров бытовой химии, получивших большое распространение. Современный быт человека в настоящее время уже нельзя представить без использования различных моющих средств. Сейчас темп жизни людей носит ускоренный характер, а моющие средства обладают свойствами быстро и эффективно справляться с бытовыми проблемами. Популярность моющих и чистящих средств неуклонно растет, расширяются области их применения, увеличивается выпуск. Многие ведут споры о пользе или вреде моющих средств, но никто не может прийти к единому мнению. Неоспоримым фактом вреда синтетических моющих средств (СМС) является то, что после использования они, как правило, попадают в окружающую среду. Некоторые через очистные сооружения, а около 30 %, особенно в сельской местности, попадают в почву (сад, огород, улица) напрямую. В составе моющих средств содержится множество вредных для организма веществ. СМС различаются по своему химическому составу и степени опасности, которую они представляют для людей и окружающей среды при неумелом использовании.

СМС – это многокомпонентные композиции, применяемые в водных растворах для интенсификации удаления загрязнений с различных твердых поверхностей – тканей, волокон, металлов, стекла, керамики. В более узком смысле под СМС обычно понимают бытовые средства для стирки белья и мытья посуды [1].

В настоящее время, как никогда, актуальна проблема защиты окружающей среды, и выбор СМС, которые в меньшей степени наносят ущерб природе. Уже при производстве СМС, приходится сталкиваться с проблемой загрязнения окружающей среды.

Основные компоненты и назначение СМС, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные компоненты синтетических моющих средств и их назначение

Компонент	Назначение
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	Моющее и дезинфицирующее действие
Щелочные соли – карбонат и силикат натрия (Na_2CO_3 и Na_2SiO_3)	Замедляют коррозию металлических стиральных машин, уменьшают гигроскопичность порошкообразных СМС
Нейтральные соли – сульфат и фосфат натрия (Na_2SO_4 и Na_3PO_4)	Улучшают сыпучесть порошка и его растворимость в воде, увеличивают моющую способность СМС. Фосфорные соли используют для снижения щелочности моющих растворов до $\text{pH}=7$. Полифосфаты устраняют налет на тканях, образованный малорастворимыми соединениями
Химические отбеливатели (персоли, перекись водорода)	Отбеливание тканей
Физические отбеливатели (оптические) – флуоресцирующие соединения	Придают эффект белизны за счет преобразования падающего света и отражение от ткани в голубой области спектра
Адсорбционные красители (ультрамарин, индиго)	Действие основано на оптическом эффекте. Ткань приобретает яркость за счет голубого или розового оттенка
Биодобавки – ферменты (липазы, протеазы и др.)	Удаляют загрязнения органического происхождения (липиды, белковые вещества)
Отдушки	Придание аромата продукции, ароматизация белья
Антистатика	Для снятия статического электричества

При производстве синтетических моющих средств в окружающую среду выбрасываются отработанный теплоноситель, содержащий пыль СМС, отработанные газы отделения сульфирования, воздух аэролитов и воздух после рукавных фильтров аспирационных систем (с участков пыления при транспортировке, расставке, перегрузке компонентов и готового продукта). Пыль (или аэрозоль) компонентов СМС и готового продукта состоит из частиц размерами менее 1 мкм. Скорость осаждения частиц

аэрозоля очень мала, и они могут неопределенно долгое время находиться во взвешенном состоянии [2].

СМС оказывают пагубное влияние и на организм человека. Воздействие зависит от химического строения поверхностно-активных веществ (ПАВ) в составе СМС, которые проникая в организм человека, накапливаются в печени и головном мозге. ПАВ ослабляют защитную барьерную функцию кожи. Отработанные СМС попадая в водоемы и почву, тем самым загрязняют их. Компоненты СМС оказывают пагубное влияние на живые организмы.

Выше сказанное можно подтвердить опытом – действием раствора СМС на посадки растений. С учащимися 9 «А» класса ГУО СШ № 19 был проведен эксперимент с петрушкой. Для проведения опыта был посажен ранний сорт петрушки обыкновенной «Бисер». В качестве анализируемого средства было взято моющее средство для посуды «Миф». На второй день после появления всходов, рассада была полита раствором моющего средства (500 мл воды + 15 мл средства). Результаты представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Действие моющего средства «Миф» на растения петрушки обыкновенной сорта «Бисер»

А – до полива

Б – после полива раствором «Миф»

На рисунке видно, что первоначально всходы были плотные, после полива они представлены разрозненными, единичными ростками, и почва после полива приобрела серый оттенок. На основе этих наблюдений можно сделать вывод о том, что живые организмы окружающей среды очень болезненно реагируют на попадание раствора СМС.

Изучая на уроке химии тему «Жиры», мы рассмотрели, какие преимущества имеют синтетические моющие средства по сравнению с мылами. Также познакомились с основными источниками индустриального загрязнения ПАВ – это текстильная и нефтеперерабатывающая промышленности [3]. Определили фактор экологического загрязнения. Им оказались соединения фосфора, содержащиеся, практически, во всех СМС, которые попадая в водоемы, способствуют бурному развитию микроскопических

водорослей, приводит к цветению воды и нарушению жизнедеятельности водных экосистем. Даже незначительное содержание ПАВ в водоемах приводит к интенсивному пенообразованию и нарушению кислородного режима, что создает неблагоприятные условия для естественного самоочищения водных систем, ухудшает качество воды, приводит к болезням обитателей водоемов. Окружающую среду загрязняют не только сами СМС, но и тара, в которой они выпускаются.

Таким образом, после изучения данной темы, учащиеся знают, что производство и использование СМС негативно влияют на окружающую среду. Доведение до минимума этого вреда зависит только от нас. Нам нужно научиться использовать СМС грамотно, с умом, заботясь о нашей природе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маврищев, В.В. Основы экологии / В.В. Маврищев. – Минск. : «Вышэйшая школа», 2007. – 352 с.
2. Ковалев, В.М. Технология производства синтетических моющих средств: Учебное пособие / В.М. Ковалев, Д.С. Петренко. – М. : «Химия», 1992. – 176 с.
3. Шевердяев, О.Н. Основы технологии поверхностно-активных веществ и синтетических моющих средств / О.Н. Шевердяев, П.С. Белов, А.М. Шкитов. – М. : «Химия», 2001. – 181 с.

УДК 504.064.36

Е.Я. СТАРИНОВИЧ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: И.В. Бульская, старший преподаватель

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИД- И ФОСФАТ-ИОНОВ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Актуальность. Почва является основным источником обеспечения растений питательными веществами. Растения своей корневой системой поглощают из почвенных растворов и затем усваивают необходимые ему питательные вещества.

Для всех растений необходимы 13 элементов, которые принимают участие в обмене веществ: азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо, марганец, медь, цинк, молибден, бор, хлор. При отсутствии в почве одного из этих элементов происходят резкие изменения основных жизненных функций растений: тормозится рост, нарушается нормальный ход фотосинтеза.

Цель – рассмотреть влияние фосфат и хлорид-ионов на прорастание семян высших растений.

Влияние хлорид- и фосфат-ионов на растения клевера лугового исследовалось методом проростков.

Результаты и их обсуждение.

Совокупность реакций клевера лугового, проявляемых в ответ на воздействие хлорид ионов отражают рисунки 1–3. Рисунок 1 свидетельствует о снижении всхожести семян с ростом концентрации хлорид-ионов в растворе. При концентрации хлорид-ионов в растворе 50 мг/л всхожесть снизилась на 11 %, при 500 мг/л – на 23 %, при 1000 мг/л на 31 %.

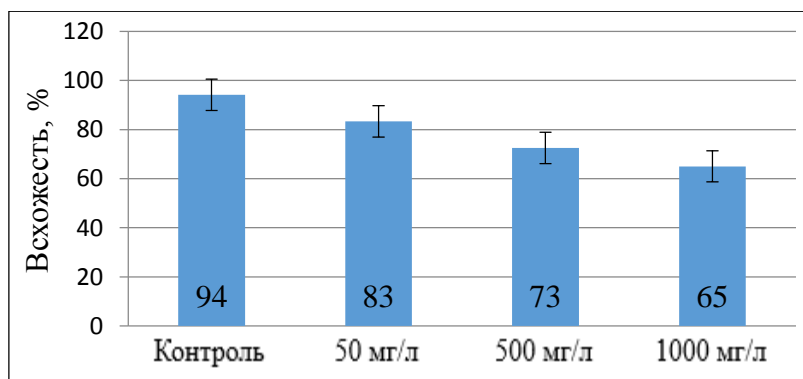


Рисунок 1 – Воздействие хлорид-ионов на лабораторную всхожесть семян клевера лугового

Аналогичным является и ответ зародышевых стебельков на засоление. Наблюдается подавление роста, что показано на рисунке 2.

Снижения длины зародышевого стебелька по отношению к контролю при концентрации ионов в растворе 50 мг/л не наблюдалось, при 500 мг/л – на 23 % или на 0,5 см, при 1000 мг/л на 35 % или 0,8 см. Рассчитанное значение коэффициента корреляции (r^2) между концентрацией хлорид-ионов и длиной стебельков составляет 0,97.

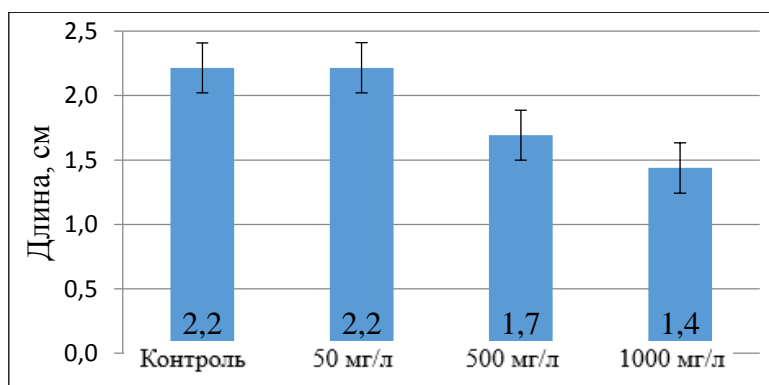


Рисунок 2 – Воздействие хлорид-ионов на длину зародышевых стебельков клевера лугового

Подобным является и ответ зародышевых корешков на засоление. На рисунке 3 показано что рост подавляется. Снижения длины зародышевого корешка при концентрации хлорид-ионов 50 мг/л по отношению к контролю не наблюдалось, при 500 мг/л длина стебелька снизилась на 16 % или на 0,3 см, при 1000 мг/л на 17 % или 0,4 см. Значение коэффициента корреляции (r^2) между концентрацией хлорид-ионов и длиной корешков составляет 0,93.

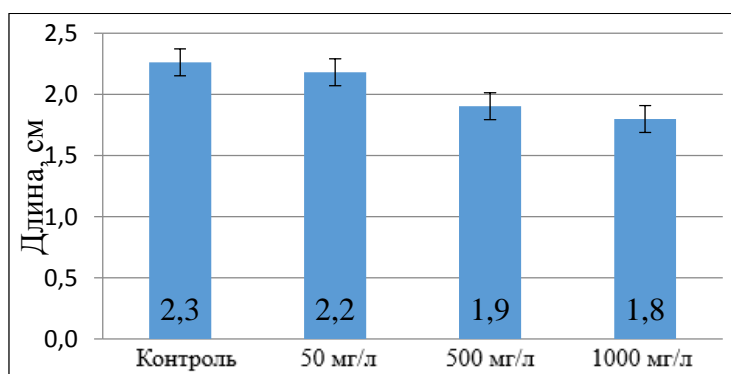


Рисунок 3 – Воздействие хлорид-ионов на длину зародышевых корешков клевера лугового

Рисунки 4 – 6 отражают совокупность видоспецифичных реакций клевера лугового, проявляемых в ответ на воздействие фосфат-ионов.

Рисунок 4 иллюстрирует динамику всхожести семян клевера лугового с ростом концентрации фосфат-ионов в растворе. При концентрации ионов в растворе 2,5 мг/л всхожесть снизилась на 23 %, при 3,5 мг/л – на 13 %, при 4,5 мг/л на 39 %.

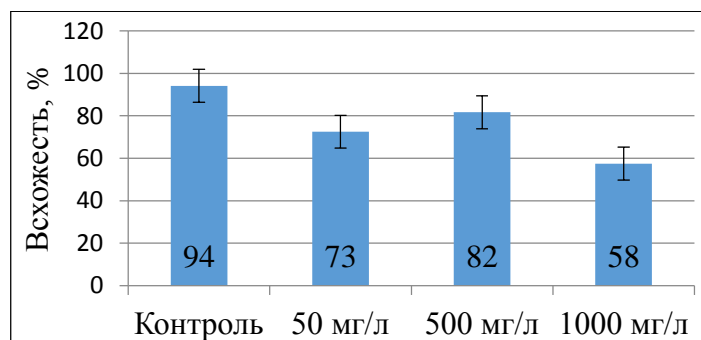


Рисунок 4 – Воздействие фосфат-ионов на лабораторную всхожесть семян клевера лугового

Не наблюдается подавления роста стебельков при избытке фосфат-ионов, что показано на рисунке 5.

Снижения длины зародышевого стебелька клевера лугового по отношению к контролю не отмечено для концентрации 2,5 мг/л, отмечено повышение роста стебелька на 13 % по отношению к контролю при 3,5 мг/л, и подавление роста на 11 % при 4,5 мг/л. Значение коэффициента корреляции незначительно.

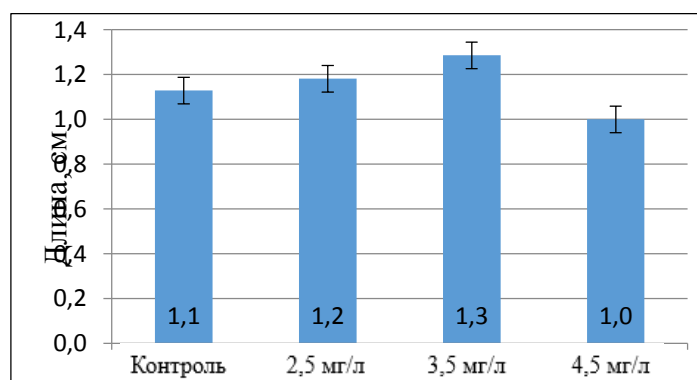


Рисунок 5 – Воздействие фосфат-ионов на длину зародышевых стебельков клевера лугового

Воздействие фосфат-ионов на длину зародышевых корешков клевера лугового отражает рисунок 6. Снижение длины зародышевого стебелька

клевера лугового на 7 % по отношению к контролю отмечено для концентрации 2,5 мг/л, зафиксировано повышение роста стебелька на 18 % по отношению к контролю при 3,5 мг/л, и подавление роста на 13 % при 4,5 мг/л. Значение коэффициента корреляции незначительно.

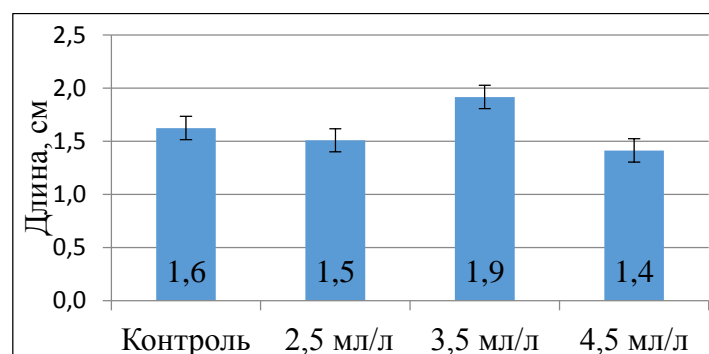


Рисунок 6 – Воздействие фосфат-ионов на длину зародышевых корешков клевера лугового

Потребность в фосфоре у растений велика в период образования соцветий, цветения и формирования семян. Фосфор не препятствует переходу растения в состояние покоя, его смело можно вносить и во второй половине лета. Под влиянием фосфора побеги древесных растений лучше вызревают [1].

Фосфор повышает сопротивляемость растений к неблагоприятным условиям и болезням. Он полезен перед переводом их в состояние покоя.

Фосфор поглощается и используется растением в виде остатка ортофосфорной кислоты – фосфат-иона (PO_4^{3-}). Весь фосфорный обмен сводится к присоединению этого иона к какому-либо органическому веществу (фосфорилирование) или переносу его от одного органического вещества к другому (трансфосфорилирование). В результате образуется макроэргическая связь, энергия которой используется для активации молекул.

Содержание фосфора в растениях составляет около 0,2 % на сухую массу. Основной запасной формой фосфора у растений является фитин. Содержание фитина в семенах достигает 2 % от сухой массы, что составляет 50 % от общего содержания фосфора [2]. В значительной степени размер поглощения фосфат-ионов почвой зависит от ее гранулометрического состава, поддержания предколлоидной и коллоидной фракции почвы, состоящих преимущественно из аморфных гидроксидов металлов и гумусовых веществ [3].

В растительном организме ионы хлора участвуют в энергетическом обмене, положительно влияют на поглощение корнями кислорода.

Ионы хлора работают в тандеме с ионами калия, регулируя правильное функционирование устьичных отверстий у растений, и тем самым контролируют водный баланс; участвуют в процессе фотосинтеза, в частности, в системе расщепления воды; следят за балансом катионов и транс-

портом их в растении; препятствуют проникновению грибковых инфекций; участвуют в окислительных реакциях растений. Содержание хлора в организме растений составляет около 0,1% (по массе).

Хлор в почвах встречается в виде легкорастворимых хлоридов: NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂, FeCl₃ и других.

Выводы. Фосфат и хлорид ионы – жизненно необходимые элементы для нормального роста и развития растений. Фосфор ускоряет развитие растений, повышает устойчивость их к болезням, повышает сопротивляемость растений к неблагоприятным условиям и болезням. Под влиянием фосфора уменьшаются потери воды на транспирацию в наиболее жаркое полуденное время. При оптимальном уровне фосфорного питания корни глубже проникают в почву и больше ветвятся, благодаря чему улучшается снабжение растений влагой и питательными веществами.

Ионы хлора участвуют в энергетическом обмене, положительно влияют на поглощение корнями кислорода, регулируют правильное функционирование устьичных отверстий у растений, участвуют в процессе фотосинтеза, следят за балансом катионов и транспортом их в растении.

В соответствии с поставленной целью и задачами в ходе выполнения эксперимента пришли к следующим выводам:

- Наиболее оптимальная концентрации фосфат-ионов в водном растворе среди трех (50мг, 500мг, 100мг) оказалась средняя концентрация – 100 мг. При данной концентрации наблюдались лучшие показатели в росте растения.

- Наиболее оптимальная концентрации хлорид-ионов – также средняя концентрация – 3,5мг на 1л воды. У клевера лугового при данной концентрации наблюдались лучшие показатели в развитии корневой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юрин, В. М. Ксеноэкология: метод. рекомендации к лаб. занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов. В 2 ч. Ч.2 / В. М. Юрин, О. Г. Яковец, Т. И. Дитченко . – Минск : БГУ, 2012. – 43 с.
2. Кидин, В. В. Агрохимия / В. В. Кидин, С. П. Торшин – М.: Проспект, 2016. – 603 с.
3. Кидин, В. В. Практикум по агрохимии / В. В. Кидин, И. П. Дерюгин, В. И. Кобзаренко и др.; Под ред В. В. Кидина. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.: ил.

УДК 595.794(476)

Е.В. СУПРУНЮК

Минск, БГУ

Научный руководитель: В.И. Хвир, канд. биол. наук, доцент

ВИДОВОЙ СОСТАВ ОС (HYMENOPTERA: VESPOIDEA) СЕМЕЙСТВ TIPHIIDAE, SCOLIIDAE, MUTILIDAE, VESPIDAE) ФАУНЫ БЕЛАРУСИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

Энтомофауна Беларуси до сих пор остается изученной недостаточно, и инвентаризационный этап исследований биологического разнообразия не завершен для значительного числа таксонов насекомых. Однако видовое богатство особобразных семейств Tiphiidae, Scoliidae, Vespidae и Mutilidae Европы ограничено [1] и, благодаря этому обстоятельству и предшествующим исследованиям, их видовой состав в фауне Беларуси достаточно хорошо известен.

Таксон объединяет в своем составе представителей разных экологических форм особобразных (Vespoidea) с разнообразным образом жизни, включая социальность (эусоциальные, псевдосоциальные и одиночные формы), трофическую специализацию (хищники, паразиты и паразитоиды, «падальщики», фитофаги и т.д.). В числе представителей вышеуказанных семейств как однозначно полезные с хозяйственной точки зрения формы (например, естественные враги хрущей – вредителей лесных и сельскохозяйственных культур – сколии), так и опасные для человека крупные Vespidae, такие как шершень (*Vespa crabro* (Linnaeus, 1758)). Данное обстоятельство стимулировало изучение Vespoidea фауны Беларуси, и обобщение данных имеющихся информационных источников [1–5] позволяет констатировать в ее составе 4 вида Mutillidae. В их числе 3 вида Mutillinae: *Mutilla europaea* (Linnaeus, 1758), *Mutilla marginata* (Baer, 1848), *Smicromyrme rufipes* (Fabricius, 1787), а также 1 вид Myrmosinae: *Myrmosa atra* (Panzer, 1801)). Более полно представлено в Беларуси сем. Vespidae. В их составе Vespinae: *Dolichovespula adulterina* (du Buysson, 1905), *Dolichovespula media* (Retzius, 1783), *Dolichovespula norvegica* (Fabricius, 1781), *Dolichovespula saxonica* (Fabricius, 1793), *Dolichovespula sylvestris* (Scopoli, 1763), *V. crabro*, *Vespula austriaca* (Panzer, 1799), *Vespula germanica* (Fabricius, 1793), *Vespula rufa* (Linnaeus, 1758), *Vespula vulgaris* (Linnaeus, 1758), а также Polistinae: *Polistes dominula* (Christ, 1791), *Polistes nimpha* (Christ, 1791).

Видовое богатство сем. Scoliidae и Tiphiidae в нашей фауне минимально, – 3 и 5 вида, соответственно. Среди них: Scoliinae: *Megascolia maculata* (Drury, 1773), *Scolia hirta* (Schrank 1781), *Scolia quadripunctata* (Fabricius, 1775); Methochinae: *Metocha ichneumonides* (Linnaeus, 1804); Tiphiinae: *Ludita villosa* (Fabricius, 1793), *Tiphia femorata* (Fabricius, 1775), *Tiphia minuta* (van der Linden, 1827), *Tiphia ruficornis* (Klug, 1810).

Современные данные о видовом богатстве фауны Европы представлены на интернет-портале Fauna Europaea [1]. В частности, в ее составе насчитывается 255 видов Vespidae при 12 видах в фауне Беларуси. Разительные отличия в уровне видового богатства фауны Беларуси и Европы в целом определяются не столько недостаточными исследовательскими усилиями в изучении биоразнообразия Беларуси, сколько несопоставимо большим ландшафтным богатством более обширных территорий зарубежной Европы. Тем не менее, остается вероятность выявления на территории нашей страны ряда до сих пор не регистрировавшихся представителей рассматриваемых семейств оообразных.

Этим определяется актуальность целенаправленных исследований таксономического состава оообразных фауны Беларуси, которые планируется выполнить в контексте изучения видового состава жалоносных перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera: Aculeata) Беларуси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fauna Europaea [Electronic resource] / Museum Für Naturkunde Leibniz-Institut für Evolutions – Biodiversitätsforschung, version 2.6, 2013. – Mode of access: <https://fauna-eu.org/>. – Data of access: 20.03.2018.
2. Шляхтенюк, А.С. Осы надсемейства Scolioidea (Hymenoptera, Aculeata) Беларуси / А.С. Шляхтенюк // Весці АН Беларусі Серыя біялагічных навук.– 2002. – № 1. – С. 118–119.
3. Шляхтёнюк, А.С. О фауне ос (Hymenoptera: Chrysididae, Tiphiidae, Sapygidae, Mutillidae, Pompilidae, Vespidae, Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) приусадебных участков Беларуси и европейской части России / А.С. Шляхтенюк // Евразийский энтомологический журнал. – 2012. – Т.11, № 2. – С. 167–174.
4. Шляхтенюк, А.С. Отряд Перепончатокрылые – Hymenoptera (сем. Tiphiidae, Cleptidae, Chrysididae, Mutillidae, Pompilidae, Ceropalidae, Vespidae, Eumenidae, Sphecidae) / А.С. Шляхтенюк // Флора и фауна заповедников СССР. Насекомые Березинского заповедника. – М., 1989. – С. 90–98.

5. Шляхтенок, А.С. Аннотированный каталог ос (Hymenoptera, Aro-crita, Aculeata) Беларуси / А.С. Шляхтенок. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 259 с.

УДК 632.78

А.Б. ТРЕЩЕВА

Минск, БГУ

Научный руководитель: О.В. Синчук, ассистент

ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ТОПОЛЯ КАНАДСКОГО ТОПОЛЕВОЙ МОЛЮ- ПЕСТРЯНКОЙ

В Республике Беларусь большое внимание уделяется благоустройству городов и других населенных пунктов. Для этих целей в зеленом строительстве используется целый ряд интродуцированных древесных растений [1]. К числу широко используемых в озеленении относятся представители рода Тополь (*Populus* L.). В 2015 г. общая площадь их насаждений в стране составляла 1,46 тыс. га [2]. В Беларуси в естественных условиях произрастает 3 вида, но в культуру введено по меньшей мере 17 видов, 2 формы и 23 гибрида тополей [3]. Наиболее широко в насаждениях представлены гибридные формы тополей группы *Populus nigra* L. и, в частности, *Populus* × *canadensis* Moench, которые ранее очень широко использовались в озеленении в силу принадлежности к числу наиболее быстрорастущих древесных пород. Как и любые растения, тополя повреждается целым рядом насекомых–фитофагов. Среди них выделяются минирующие моли-пестрянки (Lepidoptera: Gracillariidae) рода *Phyllonorycter* Hübn., которые могут обуславливать значительную потерю растениями своих декоративных качеств. В частности, тополевая моль-пестрянка (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)) способна вызывать у некоторых видов и форм тополей, в том числе и *P.* × *canadensis*, дефолиацию на месяц-полтора раньше наступления естественного листопада, связанную со вспышками массового размножения этого фитофага. Данный вид используется как модельный объект для прогнозирования и анализа вспышек массового размножения минирующих насекомых [4]. Поскольку актуальность подобных исследований носит глобальный характер с целым рядом особенностей проявления вспышек массового размножения в различных условиях, то данные исследования позволят не только проводить оценку вредоносности отдельного вида, но и предоставят возможность в дальнейшем использовать полученные данные при анализе вредоносности и оценке поврежденности декоративных растений фитофагами из данной группы насекомых.

Целью выполненной работы являлась оценка поврежденности листовых пластинок гибридных тополей *P. × canadensis* личинками *Ph. populifoliella* в условиях зеленых насаждений г. Минска.

Материалом для исследований послужил фактический материал, собранный в дендрарии Центрального ботанического сада НАН Беларуси 10.07.2017 г. Рандомизированно отобранные поврежденных листовых пластинок *P. × canadensis* просматривали с использованием бинокулярного микроскопа Zeiss Stemi 2000. Идентификацию фитофагов осуществляли по повреждениям [5] и выведенным из куколок имаго [6]. Поврежденные листья гербаризировали, а затем сканировали с использованием планшетного сканера Epson Perfection 4180 Photo. Для оценки площади покрытия мин на листе применяли специализированное программное обеспечение – ImageJ [7]. Для характеристики повреждений использовали следующие параметры: заселенность растений (количество поврежденных листовых пластинок из 100 рандомизированно отобранных), площадь мины (площадь каждого поврежденного участка на верхней и нижней сторонах листовой пластинки в см²), площадь всех повреждений на листовой пластинке в см²), а также отношение площади всех мин на сложном листе к площади всего сложного листа (%) [7]. В статье приведены средние значения (\bar{x}_{cp}) и медиана (Me). В качестве доверительного интервала для средних использована стандартная ошибка ($\pm SE$). Поскольку выборки имеют различную размерность для анализа достоверности различий использовали непараметрическую статистику Уилксона-Манна-Уитни. Все расчеты проводились в LibreOffice Calc и RStudio.

Заселенность нижнего яруса кроны по окончанию первой генерации достигает 80–90%. При этом повреждения формируются личинками тополевой моли-пестрянки с нижней и с верхней сторон листовых пластинок. Сбор фактического материала был осуществлен во время развития второго поколения вредителя, что и дало достаточно значительный разброс данных в пределах выборочной совокупности размерных характеристик отдельных повреждений на нижней стороне листовой пластинки. Площадь отдельных мин на нижней стороне листовых пластинок составляла $0,65 \pm 0,03$ (Me=0,48) см², с верхней – $0,83 \pm 0,04$ (Me=0,94) см². Данные выборочные совокупности различаются достоверно ($p < 0,05$), это указывает на то, что на нижней стороне листовых пластинок начинается формирование повреждений личинками второго поколения *Ph. populifoliella*.

Сумма площадей мин тополевой моли-пестрянки на с нижней стороне листовых пластинок тополя канадского составляла $10,00 \pm 1,16$ (Me=9,05) см², а с верхней – $3,84 \pm 0,46$ (Me=3,33) см² (рисунок 1). Достоверные различия между двумя выборками ($p < 0,05$) указывают на то, что наиболее предпочтительной для заселения является нижняя часть листовой

пластинки. Так, количество мин с нижней стороны варьирует от 5 до 43 шт., с верхней – от 1 до 10 шт.

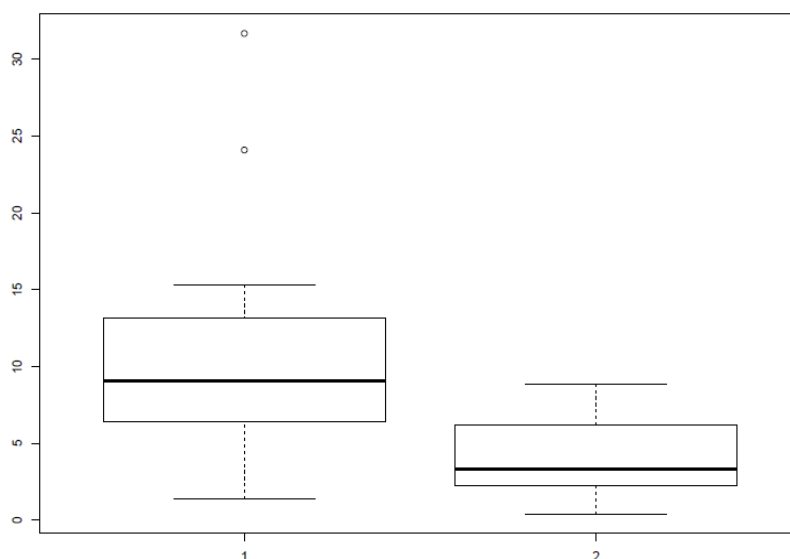


Рисунок 1 – Суммарная площадь мин личинок *Ph. populifoliella* на листовых пластинках тополя канадского (в %)

1 – нижняя сторона листовой пластинки; 2 – верхняя сторона листовой пластинки

Поврежденность листовых пластинок тополя канадского личинками *Ph. populifoliella* на нижней стороне листовых пластинок – $34,42 \pm 2,73$ (Me=32,07) %, на верхней – $14,43 \pm 1,73$ (Me=12,04) % (рисунок 2) ($p < 0,05$).

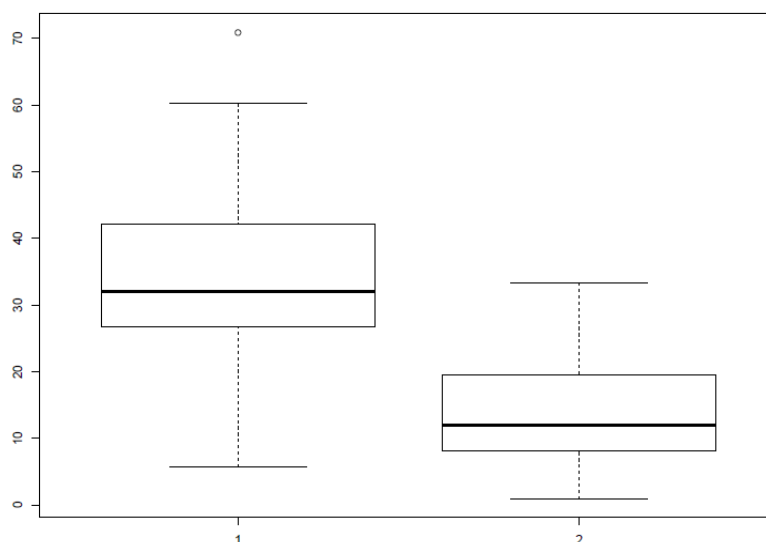


Рисунок 2 – Поврежденность листовых пластинок тополя канадского личинками *Ph. populifoliella* (в %)

1 – нижняя сторона листовой пластинки; 2 – верхняя сторона листовой пластинки

Характер заселенности и поврежденности листовых пластинок тополя канадского указывает на причину ранней дефолиации, которая наблюдается с июля по август. При этом значительная часть личинок второго поколения не успевает завершить развитие до опадения поврежденных листовых пластинок. В тоже время данный факт усложняет объективный анализ поврежденности листовых пластинок личинками второй генерации тополевой моли-пестрянки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаранович, И.М. Итоги и перспективы интродукции древесных растений в Беларуси / И.М. Гаранович // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: мат. II-ой междунар. науч.-практ. конф., Минск, Беларусь, 22–26 октября 2012 г. / Нац. академ. наук Беларуси, Ин-т. экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича, Науч.-практ. центр по биоресурсам, ЦБС, Институт леса. – Минск, 2012. – С. 3–7.
2. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2015 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2016. – 323 с.
3. Шкуратова, Н.В. О возможности диагностики аборигенных и интродуцированных в Республике Беларусь видов *Populus L.* по анатомическим признакам коры однолетнего стебля / Н.В. Шкуратова // Вестник Брестского университета Сер. 5 Химия. Биология. Наука о земле. – 2011. – №1. – С. 63–71.
4. Селиховкин, А.В. Особенности популяционной динамики тополёвой нижнесторонней моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* Tr. (Gracillariidae) / А.В. Селиховкин, А.С. Алексеев, Э.М. Лаутнер // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2010. – Вып. 192. – С. 220–235.
5. Leafminers and plant galls of Europe [Electronic resource] / Willem N.E. – 2013. – Mode of access: <http://www.bladmineerders.nl>. – Date of access: 12.02.2017.
6. A Linnaeus NG interactive key to the Lithocolletinae of North-West Europe aimed at accelerating the accumulation of reliable biodiversity data (Lepidoptera, Gracillariidae) / C. Doorenweerd [et al.]. // ZooKeys. – 2014. – N 422. – P. 87–101.
7. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений: учеб. материалы / О.В. Синчук [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.

УДК 574.2:634.23

В.А. ТРОЯНЧУК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

ИНТЕНСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЧЕРЕШНИ В УСЛОВИЯХ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Получение высококачественной и рентабельной продукции в современных экономических условиях не возможно без внедрения интенсивных технологий, которые основаны на применении современных научно-технических достижений. Интенсивные технологии охватывают как экономические, так и биологические, химические и механические методы. В тоже время нуждаются в высокопродуктивных сортах растений, отличающиеся устойчивостью к болезням и вредителям, к экстремальным факторам среды, к условиям индустриального производства [1].

По ряду преимущественных хозяйственных и потребительских свойств черешня, несмотря на свое южное происхождение, в последние годы завоевывает все большую популярность в Беларуси. Отмечено, что с 2005 года по 2015 мировые цены на плоды черешни выросли в 2 раза.

В настоящее время в мире насчитывается около 4 тыс. сортов черешни, но все они ведут свое происхождение от одного вида – вишни птичьей (*Prunus avium* (L.)). Селекция черешни в Беларуси начата в 1927 г. и в настоящее время коллекция РУП «Институт Плодоводства» насчитывает около 219 сортов и гибридов, не только белорусской селекции, но и других стран. Одной из первых стратегий селекции и испытания черешни в условиях Беларуси был отбор на зимостойкость (сорта «Заслоновская», «Золотая лошицкая», «Красавица», «Ликерная», «Мускатная», «Народная», «Освобождение», «Победа», «Северная», «Фестивальная»). Затем, были созданы сорта нового поколения, считающие высокую зимостойкость и крупноплодность («Гасцінец», «Витязь», «Медуница», «Наслаждение», «Соперница») [2].

В тоже время создание новых перспективных сортов продолжается. В настоящее время в государственный реестр сортов внесены 9: «Витязь», «Гасцінец», «Гронкавая», «Медуница», «Наслаждение», «Сюбаровская», «Ипуть», «Овстуженка», «Тютчевка», 7 первых из них рекомендованы для возделывания в Брестской области [3].

Одним из факторов, сдерживающим повышение площадей плантационного выращивания черешни – склонность сортов и подвоев к поражению коккомикозом. Возбудитель этого заболевания – гриб *Coccomyces hiemalis*

(Higg.), конидиальная стадия *Cylindrosporium hiemale* (Higg.). Первичным источником данного заболевания являются опавшие и перезимовавшие на поверхности почвы листья. Поэтому важным профилактическим фитосанитарным мероприятием является тщательная осенняя уборка листьев. Решение проблемы заболевания коккомикозом – селекционная работа по созданию устойчивого к патогену сортимента [4].

Черешня – культура тепло- и светолюбивая. Посаженная в тени, она формирует несимметричную крону и из-за недолговечности генеративных приростов слабо плодоносит. Раннее созревание плодов и окончание роста побегов обеспечивают черешне быстрое вхождение в состояние покоя, что и является причиной ее достаточно высокой устойчивости к первым морозам. Однако авторами отмечается, что морозостойкость сорта не всегда одинакова в течение всего периода действия отрицательных температур. Так, в период глубокого покоя (январь) критическая температура находится на уровне -28°C , в период вынужденного покоя (февраль) – -26°C , в период набухания (март) – -24°C , тогда как во время распускания плодовых почек (апрель, I декада) и цветения (апрель, II декада) температуры $-5,0$ и $-2,5^{\circ}\text{C}$ соответственно вызывают гибель генеративных элементов [5]. Таким образом, типичные климатические условия Брестской области благоприятны для черешни.

Выращивание черешни можно рассматривать и в социальном аспекте. По данным американских психологов, человек, предпочитающий черешню, отличается добрым и мягким характером.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азрилян, А.Н. Краткий экономический словарь / А.Н. Азрилян. – М. : Институт новой экономики, 2001. – С. 453.
2. Вышинская, М.И. Перспективы совершенствования сортимента черешни в Беларуси / М.И. Вышинская, А.А.Таранов // Плодоводство. – 2002. – Т.14. – С. 66 – 70.
3. Государственный реестр сортов / отв. ред. В. А. Бейня – Мн. : ГУ «Госинспекция по испытанию и охране сортов растений», 2017. – 225 с.
4. Ленивцева, М.С. Генетическое разнообразие сортов косточковых культур (род *Prunus* L.), устойчивых к коккомикозу (обзор) / М.С. Ленивцева, Е.Е. Радченко, А.П. Кузнецова // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52, № 5. – С. 895–904.
5. Алехина, Е.М. Селекционное совершенствование сортимента черешни и вишни – основа увеличения их производства в южном регионе / Е.М. Алехина, Ю.А. Доля // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №2. – С. 40–42.

УДК 628.316.12:663.43

А.В. ТУР

Брест, БрГТУ

Научный руководитель: Э.А. Тур, канд. техн. наук, доцент

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОЛОДА

В 2017 году на ОАО «Белсолод» (г. Иваново Брестской области) периодически возникали превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ на выпуске в городскую канализационную сеть в производственных стоках предприятия по следующим показателям: водородный показатель рН по нормативам должен быть не ниже 6,5 и не выше 8,5 мг/дм³; содержание фосфат-ионов (в пересчете на Р) по нормативам — не более 11,4 мг/дм³; химическое потребление кислорода (ХПК) — не более 1500,0 мг/дм³; взвешенные вещества — не более 450,0 мг/дм³. Данные сточные воды образуются на разных стадиях замачивания ячменя для производства солода.

Целью исследований являлись: анализ стоков на всех этапах технологического процесса производства солода с определением мест и выявлением причин появления загрязняющих веществ; разработка мероприятий по недопущению превышения ПДК загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод на выпуске в сети коммунальной канализации без строительства локальных очистных сооружений.

В процессе работы были исследованы сточные воды на различных стадиях технологического процесса на величину рН, содержание фосфат-ионов, ХПК и взвешенных веществ, а также в лабораторных условиях продублирован технологический процесс замачивания зерна и исследован ячмень различных поставщиков (Беларусь, Украина, Дания) [1].

Были проведены лабораторные исследования, направленные на снижение содержания загрязняющих веществ в сточных водах до нормативных. Разработаны технологические рекомендации и технологические схемы, позволяющие проводить локальную очистку стоков на территории предприятия без строительства отдельных очистных сооружений.

Результаты проведенных исследований позволили предложить несколько технологических схем, которые рекомендуется (на выбор) внедрить на ОАО «Белсолод»:

1) технологическая схема с использованием системы оборотной очищенной воды с целью разбавления концентрированного стока;

2) технологическая схема очистки производственных сточных вод (ПСВ) с использованием реагента СаО с целью нейтрализации кислого стока и снижения содержания взвешенных веществ в концентрированном стоке;

3) разбавление сточных вод в резервуаре-усреднителе дренажной водой (несколько увеличится объём стоков, потребуется разрешение контролирующей организации).

Предложенные технологические схемы не нарушают основной технологический процесс производства солода и не оказывают отрицательного воздействия (в том числе коррозионного) на состояние технологического оборудования и трубопроводов. Технологическая схема процесса очистки ПСВ включает следующие сооружения: усреднитель сточных вод; реагентное хозяйство; батарею гидроциклонов и вспомогательное оборудование; отстойник; сборник осадков (контейнеры) для последующего вывоза или сушки.

Для снижения затрат на реагенты и с целью экономичного режима работы устройств по очистке ПСВ предлагается использовать оборотную систему очистки сточных вод, позволяющую разбавлять наиболее загрязненный залповый сброс водой прошедшей реагентную и/или физико-механическую обработку, перед сбросом в сеть бытовой канализации [2].

Максимальный залповый сброс составляет $215,3 \text{ м}^3$, следующий сброс осуществляется через 8 часов. Максимальный часовой расход ПСВ составляет при залповом сбросе $Q=215,3 \text{ м}^3$; среднечасовой расход $q_w=215,3:8=26,9 \text{ м}^3/\text{ч}$, т.е. округлённо $27 \text{ м}^3/\text{ч}$. Следовательно, часовой расход ПСВ, после первого (условно) сброса, составляет 27 м^3 в час. За этот период после первой (условно) замочки ячменя, пройдя реагентную обработку, состав сточных вод должен соответствовать нормативным показателям. Исходя из среднечасового расхода сточных вод, осуществляется подбор и расчет оборудования [3]. Объём отстойника должен составлять (с запасом 15% по объёму): $(215,3 \times 100)/85=253 \text{ м}^3$. Т.о., был принят отстойник объёмом 250 м^3 .

Отстойник можно размещать на открытом воздухе, также как размещен в настоящее время резервуар-усреднитель. Перед сбросом сточных вод в усреднитель, а также в сеть бытовой канализации необходимо осуществлять контроль показателя рН, т.к. в зависимости от рН устанавливается доза реагента, необходимая для нейтрализации стока.

Оптимальные концентрации СаО должны соответствовать рекомендованным, либо могут определяться расчетным путем, непосредственно перед сбросом. При этом установлено, что низкие концентрации реагента способствуют увеличению содержания взвешенных веществ, которые могут быть удалены физико-механическими методами очистки, например в

центрифугах, гидроциклонах, сепараторах. Эксплуатация оборудования производится в соответствии с рекомендациями и инструкциями поставщика оборудования. В качестве такого оборудования могут быть рекомендованы гидроциклоны ПВО – ГЦ1100. Гидроциклон должен быть размещен в помещении во избежание замерзания воды в зимний период работы, так как предполагаемая загрузка будет составлять примерно 8 часов в сутки. Данной очищенной водой предполагается разбавлять последующие стоки.

При оптимально высоких концентрациях реагента осаждение происходит достаточно быстро и может осуществляться в отстойнике. Для определения времени образования осадка и отстаивания необходимо дальнейшее изучение седиментационных свойств, образующейся взвеси.

В связи с этим можно рекомендовать несколько возможных вариантов обработки ПСВ:

1) Перед сбросом в усреднитель, при низких значениях рН, сточная вода смешивается с реагентом, до достижения нормативного значения, затем, поступает в отстойник. После чего, очищенная до нормативов сточная вода поступает в усреднитель расхода ПСВ, разбавляя каждый следующий сброс до установленных нормативов.

2) При значениях рН, близких к нормативным с высоким содержанием взвешенных веществ, сточная вода из усреднителя, смешивается с реагентом, затем поступает на физико-механическую обработку (например) в напорные гидроциклоны, после чего возвращается в усреднитель, разбавляя следующий сброс.

3) Целесообразно рассмотреть вариант реконструкции усреднителя, оборудуя его секцией для отстаивания стоков. Это связано с тем, что усреднитель в данное время (после реконструкции предприятия) не используется на полную мощность, имеется значительный резерв по объёму. При оборудовании в нём секции для отстаивания объёмом 250 м³ не потребуются возведения или устройства отдельно стоящего резервуара-отстойника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колунянц, К. А. Химия солода и пива. / К.А. Колунянц. – М.: Агропромиздат, 1990. – 175 с.
2. Комарова, Л. Ф. Инженерные методы защиты окружающей среды / Л. Ф. Комарова, Л. А. Кормина. – Барнаул: ГИПП Алтай, 2000. – 391 с.
3. Кульский, Л. А. Основы химии и технологии воды / Л. А. Кульский. – Киев: Наукова Думка, 1991. –

УДК 58.01/.07

К.О. ФЕДОРОВА

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель: Н.С. Шпилевская, старший преподаватель

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Окружающая среда для растений является важным источником, откуда растения берут все необходимые для нормальной жизнедеятельности вещества. Тяжелые металлы относятся к числу чрезвычайно токсичных загрязняющих окружающую природу веществ. Многие из них, обладают высокой токсичностью, изменяют нормальное движение физиологических процессов растительной клетки, другие могут вызвать их гибель. В связи с этим актуальным является изучение действия токсичных металлов на растительный организм.

Основными источниками антропогенного поступления тяжелых металлов в окружающую среду являются металлургические предприятия, тепловые электростанции, карьеры и шахты по добыче полиметаллических руд, транспорт, химические средства защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей, сжигание нефти и различных отходов [1].

В связи с тем, что многие растения используются в пищу или корма возникает проблема взаимоотношения растений и тяжелых металлов в окружающей среде, она является актуальной и требует дальнейшего ее изучения [2].

Воздействие тяжелых металлов на растения приводит к повреждению и угнетению наземной части растений, происходит накопление химических элементов в фотосинтезирующих органах, нарушаются процессы аммонификации и нитрификации, снижается интенсивность фотосинтеза, замедляется скорость роста растений, снижается жизнестойкость растений, обедняется флористический состав. В результате влияния металлов меняется видовой состав высших растений, снижается прирост их биомассы, меняется химический состав растений, содержание в них загрязняющих веществ [3].

К наиболее важным факторам, оказывающим влияние на поступление металлов из почвы в растения, относятся механический состав почвы, химический состав почвы, pH почвенного покрова, взаимодействие металлов, температура почвы и воздуха, возраст растений, сезон года и т. д [4].

Главный путь поступления металлов в растения – это абсорбция корнями. Поэтому почвенная среда – основной источник элементов для расте-

ний, корневая система которых может поглощать тяжелые металлы активно и пассивно [1].

Для большинства растений первым барьерным уровнем являются корни, где задерживается наибольшее количество тяжелых металлов, следующий – стебли и листья, и, наконец, последний – органы и части растений, отвечающие за воспроизводительные функции.

Избыток свинца в растениях, связанный с высокой его концентрацией в почве, ингибирует дыхание и подавляет процесс фотосинтеза, иногда приводит к увеличению содержания кадмия и снижению поступления цинка, кальция, фосфора, серы. Вследствие этого снижается урожайность растений и резко ухудшается качество производимой продукции. Внешние симптомы негативного действия свинца – появление темно-зеленых листьев, скручивание старых листьев, чахлая листва [5].

Токсичность кадмия для растений проявляется в нарушении активности ферментов, торможении фотосинтеза, нарушении транспирации, а также ингибировании восстановления NO_2 до NO . При токсичном воздействии металла у растений наблюдаются задержка роста, повреждение корневой системы и хлороз листьев.

При загрязнении растений хромом снижаются темпы роста и развития растений, наблюдается увядание надземной части, повреждение корневой системы и хлороз молодых листьев. Избыток металла в растениях приводит к резкому снижению концентраций многих физиологически важных элементов, в первую очередь К, Р, Fe, Mn, Cu, В.

При очень высоком содержании цинка в почвах симптомом цинкового токсикоза является хлороз молодых листьев. При избыточном его поступлении в растения снижается усвоение меди и железа и проявляются симптомы их недостаточности.

Что касается никеля, то его токсичность для растений проявляется в подавлении процессов фотосинтеза и транспирации, появлении признаков хлороза листьев [6].

В заключение можно сказать, что многие тяжелые металлы, такие как железо, цинк, медь участвуют в биологических процессах и в определенных количествах являются необходимыми микроэлементами для функционирования растений. С другой стороны, тяжелые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на живые организмы, накапливаться в тканях, вызывать ряд заболеваний. Поэтому необходимо предпринимать какие-либо действия по устранению многочисленных выбросов тяжелых металлов в атмосферу и почву, постараться очистить окружающую среду от их пагубного воздействия и очень аккуратно поступать при их добавлении в удобрения [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фитотоксичное действие тяжелых металлов при техногенном загрязнении окружающей среды [Электронный ресурс] // Молодой ученый – 2014. URL: <https://moluch.ru/archive/61/8882/> (дата обращения: 18.02.2018).
2. Влияние тяжелых металлов на растения [Электронный ресурс] // Биофайл – 2016. URL: <http://biofile.ru/geo/23910.html> (дата обращения: 18.02.2018).
3. Мотузова, Г. В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия / Г. В. Мотузова, Е. А. Карпова. – М.: МГУ, 2013. – 304 с.
4. Титов, А. Ф. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учеб. пособие для вузов / А. Ф. Титов, В. В. Таланова, Н. М. Казнина. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. – 77 с.
5. Химическое воздействие автотранспорта на окружающую среду [Электронный ресурс] // Биофайл – 2016. URL: <http://biofile.ru/bio/22608.html> (дата обращения: 18.02.2018).
6. Тяжелые металлы: биологическая роль, содержание в почвах и растениях [Электронный ресурс] // Биогеохимия – 2016. URL: <http://biogeochemistry.narod.ru/ubugunov/monografi/1/1.htm> (дата обращения: 18.02.2018).
7. Влияние автотранспорта на окружающую среду [Электронный ресурс] // Загрязнение атмосферы – 2014. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/940728/page:2/> (дата обращения: 18.02.2018).

УДК 532.546

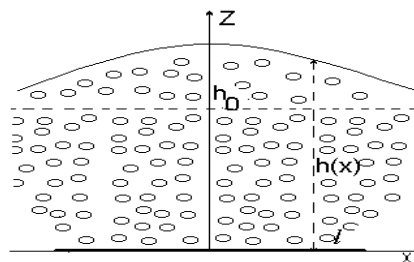
А.В. ФЕДОРОВ

Россия, Стерлитамак, СФ БашГУ

Научный руководитель: Г.Я. Хусаинова, канд.ф.-м.н., доцент

СБОР НЕФТЯНЫХ ПЯТЕН С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Для интенсификации процесса удаления нефтяных пленок (посредством барабанных сборщиков, например) с поверхности водоемов и рек, необходимо произвести их локализацию на поверхности в виде более толстых пятен или же “ручейков”. Все это можно реализовать, создавая искусственные водяные валы (или берега), с помощью вдува газа из-под воды в виде пузырьков. При такой подаче воздуха средняя плотность образовавшейся пузырьковой смеси снизится по сравнению с плотностью жидкости и это, в свою очередь, приведет к повышению уровня свободной поверхности жидкости по сравнению с уровнем основной зоны, где такая подача воздуха отсутствует. Приведем некоторые простейшие рассуждения, позволяющие оценить характерные высоты водяных валов, образовавшихся при вдуве воздуха из-под воды. Будем полагать, что генератор пузырьков находится на глубине h_0 в виде некоторой галереи, и при математическом описании ее примем за горизонтальную полосу с характерной полушириной l (рисунок 1).



Рисунке 1 – Схема водо-воздушного вала

Пусть интенсивность генерации пузырьков с одинаковыми радиусами a , отнесенная на единицу площади генератора равна $q_n(x)$. Тогда для расхода объемной подачи воздуха $q_v(x)$ с единицы площади, а также с единицы длины галереи $Q(x)$ можем записать

$$q_v = \frac{4}{3} \pi a^3 q_n, \quad Q_v = 2 \int_0^l q_v dx = \frac{8}{3} \pi a^3 \int_0^l q_n dx \quad (1)$$

Чтобы описать форму и характерную высоту образующегося водяного вала при барботаже пузырьков, будем полагать, что вертикальное составляющее ускорения при восходящем течений жидкости, инициируемые

вдувам газа, мало по сравнению с ускорением силы тяжести ($w \ll g$). Поэтому для распределения давления по высоте $p(z)$ справедливо уравнение гидростатики, записанное в виде

$$-\frac{\partial p}{\partial z} - \rho_l^0(1 - \alpha_g)g = 0, \quad \alpha_g = \frac{4}{3}\pi a^3 n \quad (2)$$

Здесь α_g -объемное содержание пузырьков, n -число пузырьков в единице объема. На основе закона сохранения числа пузырьков можем записать :

$$n\nu = q_n \quad \text{и} \quad \alpha_g\nu = q_v \quad (3)$$

С использованием этих соотношений из уравнения (2) можем получить формулу для распределения давления в области барботажа пузырьков

$$p = p_n - \rho_l^0 g(1 - \alpha_g)z, \quad \alpha_g = \frac{q_v}{\nu} \quad (4)$$

Учитывая, что давление на свободной поверхности жидкости равно атмосферному давлению p_a , имеет место

$$p_h = p_a + \rho_l^0 g h_0 \quad (5)$$

Тогда с помощью (4) и (5) можно получить уравнение, определяющее конфигурацию свободной поверхности $z = h$ при $p = p_a$ над областью пузырьковой жидкости:

$$\Delta h = h - h_0 = \frac{h_0 q_v}{\nu - q_v}. \quad (6)$$

На основе этой формулы можно получить оценку для величины характерной высоты водяного вала при интенсивности подачи воздуха Q_v с единицы длины галереи $\Delta h_{cp} = \frac{h_0 Q_v}{2l\nu - Q_v}$.

Данная простейшая гидравлическая модель бонового заграждения позволяет оценить высоту газо-водяного вала на поверхности воды в зависимости от его геометрических характеристик и интенсивности работы генератора пузырьков, находящего в затопленном состоянии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левич, В. Г. Физико-химическая гидродинамика. / В. Г. Левич. – М. : Наука, 1959. – 700 с.
2. Подземная гидродинамика / К.С. Басниев [и др.]. – М. : Недра, 1993. – 416 с.
3. Хусаинов, И.Г. Тепловые процессы при акустическом воздействии на насыщенную жидкостью пористую среду / И.Г. Хусаинов // Вестник Башкирского университета. – 2013. – Т. 18, № 2. – С. 350–353.

УДК 581.821

И.А. ФУЗЕЕВА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: М.В. Левковская, старший преподаватель

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ В СЭЗ «БРЕСТ» ПО СТЕПЕНИ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ

В атмосферном воздухе современных городов присутствуют сотни органических и неорганических веществ различных химических классов, поступающих из многочисленных источников антропогенного характера. Основными источниками поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов являются промышленные предприятия и автотранспорт [1].

Стабильность развития как способность организма к развитию без нарушений и ошибок является чувствительным индикатором состояния природных популяций. Наиболее простым и доступным для широкого использования способом оценки стабильности развития является определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков. Этот подход позволяет получить интегральную оценку состояния организма при всем комплексе возможных воздействий (включая антропогенные факторы), когда ни по показателям биоразнообразия (на уровне сообществ), ни по популяционным показателям изменения обычно не наблюдаются [2, 3].

Величину флуктуирующей асимметрии оценивают с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия по признакам (среднее арифметическое отношение разности к сумме промеров листа справа и слева, отнесенное к числу признаков). Показатель откликается повышением на изменение фактора и стабилен при адаптации к имеющимся условиям [4].

Цель работы – провести интегральную оценку состояния среды (атмосферного воздуха) среды в свободной экономической зоне «Брест» по флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

Объект исследования – береза повислая (*Betula pendula* Roth.). Сбор материала (листовая пластинка березы) проводили после остановки роста листьев в августе–сентябре 2017 года, в следующих точках СЭЗ «Брест»:

1. СП «Санта Бремор» ООО (3–5 м от производственного цеха №1);
2. территория ИООО «Беловежские деликатесы»;
3. территория СП «ЕвроТрейдБрест» ООО.

Каждая выборка включала в себя 100 листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.), которые были взяты из нижней части кроны дерева. Расчет интегрального показателя производили по методике В.М. Захарова [2].

Выбранные участки СЭЗ «Брест» характеризуются высокой степенью антропогенного воздействия (таблица).

Таблица – Стабильность качества среды СЭЗ «Брест»

Точка отбора проб	Интегральный показатель ФА	Балл состояния	Качество среды
1	0,0697±0,00056	V	Критическое состояние среды
2	0,0533±0,00043	IV	Существенные (значительные) отклонения от нормы
3	0,0655±0,0012	V	Критическое состояние среды

Значения показателей асимметрии, соответствующие V баллам, наблюдаются в неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии; а на участке 2 значение показателя асимметрии соответствует IV баллам, что обычно наблюдается в загрязненных районах. Полученные результаты биоиндикации соответствуют плохому состоянию растений.

Высокий показатель степени флуктуирующей асимметрии объясняется непосредственной близостью исследуемого района к основным источникам загрязнения (промышленные предприятия, выхлопы автотранспорта) и прохождением трассы М1 с интенсивной транспортной нагрузкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королев, А. А. Медицинская экология / А. А. Королев. – М. : Академия, 2003. – 192 с.
2. Захаров, В. М. Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров [и др.]. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
3. Захаров, В. М. Последствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье среды / В. М. Захаров, Е. Ю. Крысанов. – М. : Центр экологической политики России, 1996. – 170 с.
4. Мелехова, О. П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб, пособие для студ. высш. учеб, заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсева. – М. : Академия, 2007. – 288 с.

УДК 632.752.2 (476-21)

А.С. ХАРЧЕНКО

Минск, БГУ

Научный руководитель: О.В. Синчук, ассистент

ЗАСЕЛЕННОСТЬ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ДЁРЕНА БЕЛОГО СЕРОЙ СВИДИННО-ЗЛАКОВОЙ ТЛЕЙ (*ANOESIA CORNI* (F.)) В УСЛОВИЯХ Г. МИНСКА

Серая свидинно-злаковая тля (*Anoecia corni* (Fabricius, 1775)) – фоновый в условиях Беларуси представитель мигрирующих видов тлей. Первичным хозяином для *A. corni* выступают дёрены и свидины (*Cornus* spp.), которые тли повреждают в весенне-летний и осенний периоды. На первичном растении-хозяине они формируют типичные колонии весной и в начале лета, до миграции на злаки, и диффузные колонии в конце лета – осенью, после ремиграции со вторичных растений-хозяев [1].

В летне-осенний период крылатых самок часто можно обнаружить временно питающимися на древесных и травянистых растениях вдали от мест произрастания их первичных растений-хозяев: аборигенной свидины кроваво-красной (*Cornus sanguinea* L.) [2] и интродуцированного дёрена белого (*Cornus alba* L.) [3]. Во второй половине лета и начале осени тёмноокрашенные самки-сексупары массово ремигрируют со злаков на свидины. Крылатые ремигрирующие самки *A. corni* имеют четкую отличительную черту, – большое темное, без поsegmentных разрывов пятно на верхней стороне брюшка. Третий–шестой тергиты окаймлены белой полосой. После ремиграции тли агрегируются преимущественно на нижней стороне листовых пластинок, которые подвергаются умеренной деформации. В весенне-летний период заселяются терминальные участки молодых побегов, а также соцветия [4].

Местом обитания свидинно-злаковой тли на вторичных растениях-хозяевах, а это злаки, являются корни. На основе способности к миграции на корни злаковых растений *A. corni* относят к группе корневых тлей либо ризобионтов [5]. Вторичными кормовыми растениями серой свидинно-злаковой тли могут служить пшеница, кукуруза, овес и ячмень, однако в условиях населенных пунктов в этом качестве наиболее характерны газонные травы. Миграцию тлей на корни растений в определённый период их биологического цикла можно считать способом защиты от неблагоприятных условий, таких как огрубление и иссушение тканей кормовых растений, истребление хищниками и паразитическими насекомыми [5]. Тли,

проводящие часть своего биологического цикла на корнях растений, имеют на данной жизненной стадии характерные морфологические особенности, которые напрямую связаны с их малоподвижным образом жизни под землёй, в условиях недостатка либо полного отсутствия солнечного света. К подобным особенностям строения можно отнести шарообразную форму тела, светлую окраску, упрощение строения усиков и уменьшение числа вторичных ринарий, трёхфасеточные глаза и др. [5].

Миграция *A. corni* со свидин и дёренев наблюдается в период до прекращения первой волны роста побегов, то есть до момента существенного огрубления и иссушения тканей растения-хозяина. Ремиграцию во второй половине лета – осенью стимулирует наблюдающееся в конце июля–августе выгорание газонных трав либо завершение вегетации озимыми злаками (такими как озимые пшеница, рожь и ячмень). Крылатые ремигранты возвращаются на первичные кормовые растения как правило уже после начала второй волны роста этих кустарников. Крупные сексупарные самки отрождают личинок, из которых развиваются бескрылые взрослые особи амфигонного поколения, – бескрылые самцы и самки. По достижении половозрелости они спариваются, и яйцекладущие самки откладывают у основания почек и в трещинах коры зимующие яйца, которые способны переносить зимние морозы. Благодаря фазе яйца вид способен выживать в условиях континентального климата с выраженной сезонностью.

Материалом для наших исследований послужили данные, которые были получены в сентябре–октябре 2017 г. Использовались общепринятые в энтомологии методики изучения тлей, которые достаточно широко известны и опубликованы в научной литературе [6]. Наблюдения и сбор материала по серой свидинно-злаковой тле были проведены в трех точках на территории г. Минска с интервалом в 10–15 дней. Учет заселенности тлей проводили методом сбора 100 листьев. За один сбор проводился статистический анализ учетов с листьев, взятых с четырех сторон света и из трех ярусов произрастающих в зеленых насаждениях экземпляров *S. alba*: по 25 листьев – с нижнего, среднего и верхнего яруса растений, соответственно, 25 с южной стороны кроны, 25 листьев – с северной стороны, 25 листьев – с восточной и 25 – с западной. На собранных листьях производился подсчет количества тлей на 1 см² листовой пластинки. Регистрация заселенности листовых пластинок осуществлена по следующей 5-тибалльной шкале (таблица 1):

Таблица 1 – Балльная шкала для установления заселенности тлями растений

Баллы	Описание
0,9 (0,1)	единичные крылатые особи (не более 5)
1	до 6-ти крылатых особей + личинки в небольшом кол-ве
2	до 25 % поверхности листьев покрыто колониями тлей (6–12 крылатых особей + большое кол-во личинок)
3	до 50% поверхности листьев покрыто колониями тлей (более 12 крылатых особей)
4	до 75% поверхности листьев покрыто колониями тлей (крылатые особи почти полностью покрывают листовую пластинку)
5	свыше 75% поверхности листьев покрыто колониями тлей (листовая пластинка полностью покрыта крылатыми особями)

Статистическую достоверность различий значений балльных оценок заселенности тлями в осенний период растений дёрена белого с различных сторон света определяли непараметрическим тестом Колмогорова-Смирнова [7].

В осенний период наблюдается массовый прилет ремигрантов серой свидинно-злаковой тли на свидины и дёрены (*Cornus* spp.). Поэтому в период со второй декады сентября по вторую декаду октября дополнительно была проведена балльная оценка заселенности *C. alba*. Так, заселенность растений в условиях трех исследуемых стационарных точек варьировала от 0,35 до 2,78 баллов, что составляло 16,00–69,50%. Мы предполагаем, что заселенность может быть значительно выше с III декады августа по I декаду сентября. При этом наблюдается различный характер заселенности тлями экземпляров дёрена белого с различных сторон света: проведенный при помощи теста Колмогорова-Смирнова анализ показал отсутствие достоверных различий ($p > 0,05$). С течением времени наблюдается постепенная тенденция к уменьшению заселенности растений *A. corni* и происходит ее значительное снижение с 69,50 % до 16,00 %. При этом отмечаются достоверные различия ($p < 0,05$) при сравнении балловой оценки между интервалами исследования заселенности колониями тлей листовых пластинок свидины белой, что указывает на значительное уменьшение заселенности листовых пластинок с течением времени. Данный характер изменения заселенности обусловлен рядом абиотических и биотических факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буга, С.В. Энтомофаги серой свидинно-злаковой тли (*Anoecia corni* (F.)) на первичных растениях-хозяевах / С.В. Буга // Биологический метод защиты растений: Тез. докл. науч.-произв. конф., Минск, 18–19 апр. 1990 г. /

Зап. отделение ВАСХНИЛ. Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – Минск, 1990. – С. 73–74.

2. Буга, С.В. Дополнения к фауне тлей (Homoptera: Aphidinea) Беловежской пущи / С.В. Буга, Н.В. Лещинская, А.В. Стекольников. – Вестник БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2008. – № 2. – С. 57–61.

3. Харченко, А.С. Оценка заселенности листовых пластинок свидин колониями свидинно-злаковой тли (*Anoecia corni* (F.)) в условиях зеленых насаждений г. Минска / А.С. Харченко // Биологическая осень 2017 : к Году науки в Беларуси : тезисы докладов Международной научной конференции молодых ученых, 9 ноября 2017 г, Минск, Беларусь. – Минск: БГУ, 2017. – С. 228–230.

4. Сауткин, Ф.В. Насекомые-фитофаги – вредители декоративных кустарников в зеленых насаждениях г. Гродно / Ф.В. Сауткин, С.В. Буга, А.В. Рыжая // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2012. – № 3. – С. 49–54.

5. Яркулов, Ф.Я. Экологические особенности корневых тлей-вредителей растений и их энтомофаги / Ф.Я. Яркулов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2014. – № 1. – С. 33–39.

6. Верещагин, Б.В. Тли Молдавии / Б.В. Верещагин, А.В. Андреев, А.Б. Верещагина. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 158 с.

7. Наглядная статистика. Используем R! / А.Б. Шипунов [и др.]. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 298 с.

УДК 502.2.05+504.05

Т.А. ХМАРУН

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель: Н.С. Шпилевская, старший преподаватель

ФИТОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. СВЕТЛОГОРСК)

В настоящее время экологическая обстановка территории является весьма распространенным объектом исследования. В результате научно-технического прогресса, создания ядерного оружия, различного рода техногенных катастроф состояние окружающей среды за последнее столетие изменилось до неузнаваемости.

В качестве общей оценки состояния окружающей среды и анализа влияния, которое оказывают отдельные источники антропогенного воздействия, применяют разнообразные нормативы. Однако, для характеристики экологической безопасности какой-либо территории необходимо рассматривать также и другие показатели, характеризующие реакцию отдельных организмов и экосистемы в целом на техногенное воздействие.

При оценке экологической безопасности территории одним из предметов исследования становится состояние растительного покрова. Таким образом, целью нашего исследования является изучение антропогенного влияния растительного покрова с помощью фитоиндикационных шкал.

Широко используемым методом мониторинга природной среды является фитоиндикация. Его распространенность объясняется простотой выполнения и минимальными денежными затратами. Инструментами исследования растительного покрова в данном случае выступают фитоиндикационные шкалы (Д.Н. Цыганова, Л.Г. Раменского, А.Л. Бельгарда с дополнениями М.А. Альбицкой, В.В. Тарасова и Н.М. Матвеева, Г. Элленберга, Я.П. Дидуха и П.Г. Плоты и др.). Данные экологические шкалы позволяют определить местоположения сообществ (или синтаксиса) в пространстве всех остальных факторов, а также дают возможность установить связь между растительными сообществами и экотопом, что является важной задачей при разработке методов геоботанической индикации [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Исследования проводились на территории и в пригороде г. Светлогорск. В качестве метода исследования флоры использована геоботаническая съемка и фитоиндикационные шкалы. Съемка была проведена на 7 точках наблюдений. При выборе территории исследования были отобраны

участки подверженные влиянию химической, целлюлозно-бумажной, энергетической промышленности, а также влиянию автомобильного транспорта (на примере трассы Р82). Таким образом, точки располагались на южной, юго-восточной окраине г. Светлогорск и в жилой застройке самого города.

Оценка растительного покрова производилась с помощью экологических шкал Д.Н. Цыганова, согласно которым устанавливается экологический диапазон вида по тому или иному фактору среды (содержание азота, pH почв, увлажнение и т.д.). В результате проведения геоботанической съемки была осуществлена обработка данных путем расчета средневзвешенной середины интервала.

Было установлено, что в шести точках произрастает бореонеморальная растительность, а в седьмой, которая располагалась в пределах жилой застройки, эунеморальная.

Первая точка наблюдения располагалась в смешенном лесу в радиусе влияния химической и целлюлозно-бумажной промышленности, а вторая точка – лишь химической. Согласно исследованиям, было установлено, что для двух точек характерен семиаридный климат с переменным увлажнением, при этом в первой точке увлажнение более слабое, что можно объяснить использованием достаточно больших объемов воды в процессе деятельности обоих предприятий. Но, несмотря на это, в составе фитоценоза преобладает разряженнолесная, влажнолуговая растительность. По остальным показателям (содержанию азота, солевому режиму и кислотности) необходимо сказать, что в пределах второй точки наблюдаются более неблагоприятные условия: бедные азотом и минеральными веществами, более кислые почвы. Таким образом, можно сделать вывод, что основную антропогенную нагрузку на эту территорию оказывает именно химическая промышленность.

Следующие три точки (3, 4, 5 точки) располагались в пределах автомобильной трассы Р82 в сосновом лесу. Для 3 и 4 точек наблюдения характерен субгумидный климат с влажнолуговой растительностью, а для 5 точки – семиаридный со свежелуговой, при этом во всем точках установлено слабо переменное увлажнение. В пределах 3 точки произрастает более осветленный лес, здесь наблюдается более низкое содержание азота и минеральных веществ, кислые почвы в отличие от двух других точек. Одной из причин данной ситуации, может быть то, что около этой точки находится весьма крупный и оживленный перекресток (въезд в город) и стоянка, что обуславливает нахождение на данной территории большого количества автомобилей. При этом нужно отметить, что сравнительно недавно в пределах 5 точки было построено автомобильное кольцо, из чего

можно предположить, что условия данной территории может также измениться в отрицательную сторону, как и в 3 точке.

И две последние точки находятся в пределах жилой застройки, одна из которых находится вблизи ТЭЦ. Различий условий в исследуемых участках нет, кроме того, что территория, которая находится рядом со станцией, имеет кустарниковую растительность, а другая – разряженно-лесную. Для этих участков характерен семиаридный климат с влажнолуговой растительностью и с достаточно хорошим увлажнением. Согласно данным, кислотность почв низкая и близкая к нейтральной; почвы содержат достаточное количество азота и минеральных веществ, что объясняется внесением удобрений на близлежащих территориях.

Проанализировав результаты исследований на 7 точках наблюдений выявлено, что в процессе совместного влияния как природных, так и антропогенных факторов происходит нейтрализация некоторых негативных условий, что, в конечном счете, стабилизирует экологическую обстановку.

Проведенная работа доказывает, что фитоиндикационные шкалы являются действенным методом для оценки антропогенного влияния на растительный покров. Использование шкал позволяет дать полную характеристику исследуемого участка: климатических условий, степени антропогенного влияния и т.д.; а также возможность прогнозирования изменения состояния окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булохов, А.Д. Фитоиндикация и ее применение / А.Д. Булохов. – Брянск: БГУ, 2004. – С. 4–10.
2. Гусев, А.П. Фитоиндикаторы инженерно-геологических процессов на территории города / А.П. Гусева // Природные ресурсы, 2006. – № 3. – С. 33–40.
3. Гусев, А.П. Анализ рудеральных сообществ городского ландшафта на основе применения фитоиндикационных шкал Элленберга / А.П. Гусев, Н.С. Шпилевская // Вестник ВГУ. – 2007. – №3 (45). – С. 138–142.
4. Гусев, А.П. Фитоиндикация влажности почвогрунтов на городской территории (на примере г. Гомеля) / А.П. Гусева // Природные ресурсы. – 2007. – № 2. – С. 104–109.
5. Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. – М.: Наука, 1983. – 196 с.
6. Шпилевская, Н.С. Трансформация лесных фитоценозов после пожаров / Н.С. Шпилевская // Вестник Витебского государственного университета имени П.М. Машерова. – 2012. – Т. 4. – № 70. – С. 67–72.

УДК 581.14:577.175.1:633.28

А.В. ХОВРЕНКОВА, С.С. ГЛАДКАЯ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

РОСТОРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ НА РАСТЕНИЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО В УСЛОВИЯХ Г. БРЕСТА

В последние годы возрос интерес к стероидным гликозидам (СГ), изучение которых ведется в нескольких направлениях. С одной стороны эти соединения используются для синтеза гормональных препаратов в фармацевтической промышленности. С другой – возрастает интерес к СГ, как веществам, обладающим широким спектром биологического действия. Важная роль отводится СГ, которые способствуют усилению устойчивости растений к стрессовым факторам среды и фитопатогенам, что очень важно для сельского хозяйства. [1]. Сорго зерновой – новая культура для Беларуси, адаптационные возможности которой изучаются

Цель исследования – изучить влияние СГ на динамику роста сорго зернового (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) в условиях полевого опыта.

В качестве объекта исследования использовали коммерческий сорт сорго зернового Susco (Франция). Предпосевную обработку семян проводили растворами СГ – рустикозида (РД) и мелонгозида (МД) в концентрациях 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} % и дистиллированной водой (контроль). После 5 часовой экспозиции семена были высажены на опытном поле отдела Агробиология Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина (г. Брест). Схема посадки: расстояние в ряду 25 см, между рядами – 1 м. Плотность посадки составила 40 тыс. растений/га. Все опыты проводили в трехкратной повторности.

После появления всходов в течение вегетационного периода через каждые 7 дней измеряли высоту растений сорго.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Динамика роста сорго при обработке СГ всех вариантов опытов имела вид S-образной кривой.

Средняя высота растений сорго к моменту сбора урожая варьировала от 303,4 до 347,2 см. Достоверные различия от контрольных растений были зафиксированы для двух СГ: МД в концентрациях 10^{-8} и 10^{-7} %, а для РД – 10^{-8} (рисунок 1). Увеличение стебля было небольшим и составило 14,4%, 13,7% и 11,2%, соответственно. Необходимо отметить, что в целом

вегетационном периоде обработанные СГ растения сорго не продемонстрировали стабильные результаты. Так, на первых этапах вегетации действие обоих СГ было нейтральным; через 8 недель после посадки наблюдали превышение длины стебля по сравнению с контролем и для МД (составило 19 % (10^{-8}) и 10 % (10^{-7})) и для РД (8% (10^{-7}) и 20 % (10^{-6})). В последующем эта разница вновь снижалась.

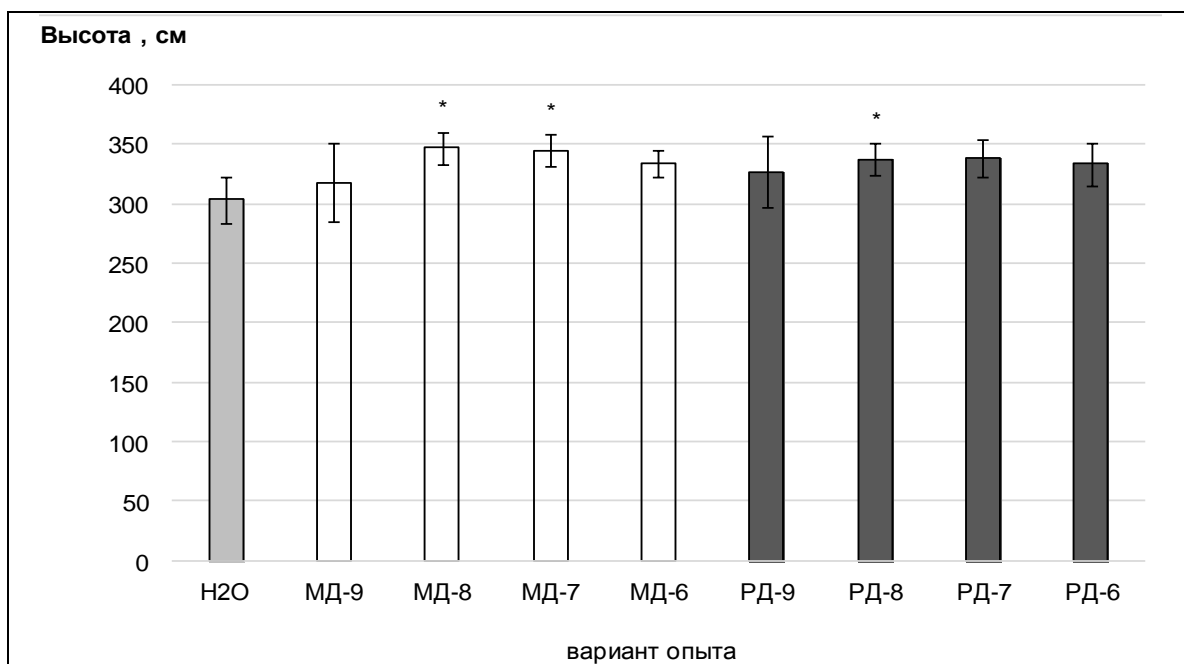


Рисунок 1 – Высота стеблей сорго в конце вегетационного периода: МД – мелонгазид; РД – рустикозид; концентрации приведены в 10^{-n} % (где n – 9, 8, 7 и 6 соответственно)

В результате полевого эксперимента были выявлены ростостимулирующие эффекты МД на растение сорго (в концентрации 10^{-8} %) именно на ранних стадиях вегетации. Это может быть использовано как один из агротехнических приемов борьбы с сорной растительностью, т.к. именно на ранних стадиях вегетации сорго, как и большинство сельскохозяйственных культур, конкурируют за ресурсы с сорной растительностью, а предпосевная обработка СГ приведет к более интенсивному росту культурного сорго.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуканов, В. П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В. П. Шуканов, А. П. Волынец, С. Н. Полянская. – Мн. : Беларус. навука, 2012. – 244 с.

УДК 581.14:577.175.1:582.998

А.В. ХОВРЕНКОВА, Д.С. ПАНАСЮК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

РОСТОРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ НА РАСТЕНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

В связи с ухудшением экологической обстановки и увеличивающейся стрессовой нагрузкой среды обитания возрастает интерес к изучению биологически активных соединений растительного происхождения. К таким соединениям относятся стероидные гликозиды (СГ). Они помогают растениям защищаться от пагубных воздействий окружающей среды, активизируя иммунитет и поддерживая гомеостаз растительной клетки. А также участвуют в процессах роста и генеративного развития, оказывают антифунгицидное действие [1]. Особый интерес вызывает изучение адаптационных возможностей новых для Беларуси сельскохозяйственных культур, а также методы и приемы повышения их урожайности.

Целью нашего исследования было изучить влияние СГ на динамику роста культиваров подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.) в условиях полевого опыта.

Исследования проводились на опытном поле отдела Агробиология Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина (г. Брест). Семена подсолнечника сорта *Ethic* (Франция) и мутантной линии *MI: SBI-12-B4-E-12/15-35-140-04-MB* (Швейцария) перед посадкой были замочены в растворах СГ – рустикозида (РД) и мелонгозида (МД) в концентрациях 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} %, в качестве контроля использовали дистиллированную воду. После 5 часовой экспозиции семена были высажены на опытном поле с расстоянием в ряду 25 см. Для возможности последующей механизированной обработки почвы мотоблоком расстояние между рядами составило 1 м. Таким образом, плотность посадки – 40 000 растений/га.

После появления всходов измеряли высоту растений подсолнечника через каждые 7 дней в течение вегетационного периода.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Динамика роста двух культиваров при обработке СГ всех вариантов концентраций имела вид S-образной кривой. Анализ данных высоты стебля двух культиваров подсолнечника показал, что испытанные СГ

проявляют ростигибирующее действие на растения мутантной линии *M1* (рисунок 1).

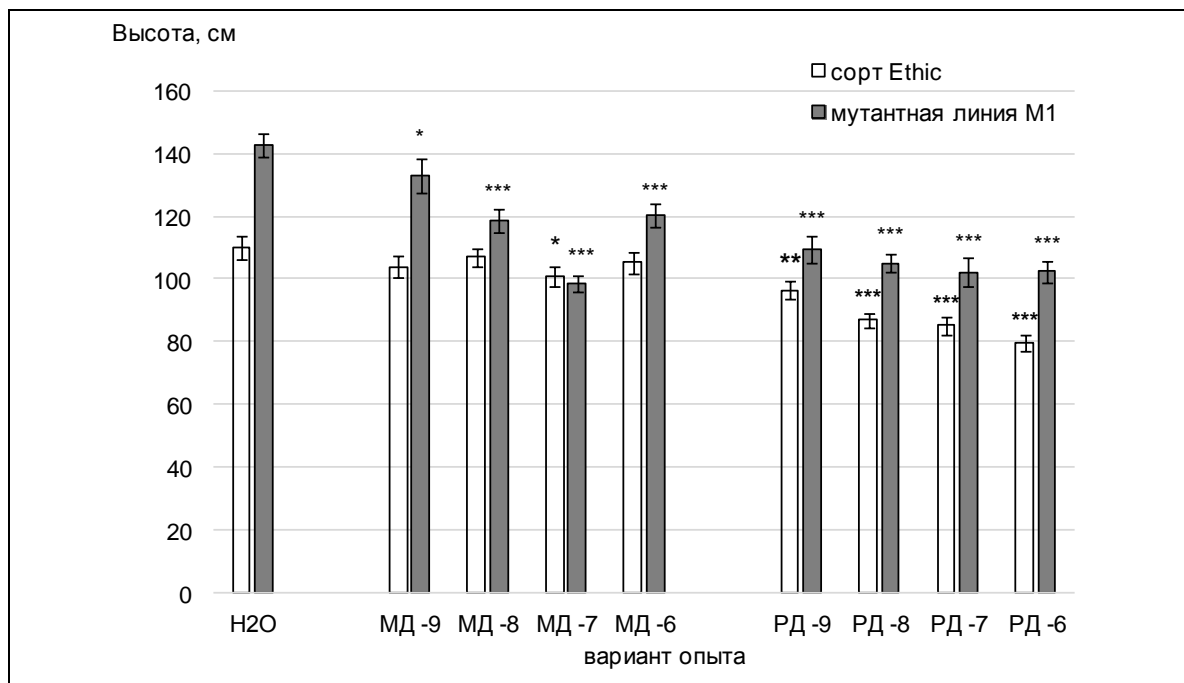


Рисунок 1 – Высота стеблей двух сортов подсолнечника после обработки растворами стероидных гликозидов к концу вегетации: МД – мелонгазид; РД – рустикозид; концентрации приведены в 10^{-n} % (где n – 9, 8, 7 и 6 соответственно)

Наибольший эффект наблюдался на 4 неделе вегетации (до 65 % при обработке МД и до 69 % – РД), который к концу роста растений снижался и составил от 7 до 31% при действии МД и от 23 до 28 % – РД. Ответ растений сорта *Ethic* на обработку СГ к концу вегетации был различным. Действие МД в концентрациях 10^{-6} , 10^{-8} и 10^{-9} % не различалось с контролем, а в концентрации 10^{-7} % наблюдался незначительный, но статистически достоверный ростигибирующий эффект. РД во всех испытанных концентрациях проявлял лишь ростигибирующий эффект (снижение длины стебля от 12 до 27%).

При этом необходимо учитывать, что во всех вариантах опыта, за исключением обработки МД 10^{-7} % растения *M1* достоверно выше, чем растения сорта *Ethic*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуканов, В. П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В. П. Шуканов, А. П. Волынец, С. Н. Полянская. – Мн. : Беларус. навука, 2012. – 244 с.

УДК 577.3

Е.П. ХОЛОД

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель: О.В. Корзюк, старший преподаватель

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПРОПОЛИСА

Прополис образуется в результате переработки пчелами смолистых выделений растительного происхождения. В ульях прополис служит для пчел защитным средством от инфекций, и поэтому неудивительно, что прополис характеризуется антибактериальным и противогрибковым действием. Также прополис в ульях является строительно-ремонтным материалом. Наряду с медом, это один из важнейших продуктов пчеловодства, который используется в пищевой, косметической и фармакологической промышленности [1]. Свежий, недавно отложенный в улье прополис может иметь зеленоватый, серый, коричневый, цвет. Со временем он темнеет и иногда становится даже черным. При комнатной температуре прополис вязкий, при температуре +15⁰С он твердеет. Замораживание (0⁰С и ниже) придает прополису хрупкость, он легко крошится. Это свойство используется при приготовлении спиртовых и масляных растворов.

Прополис подразделяют на мягкий и твердый. Мягкий прополис считается более качественным, пчеловод его собирает между рамками и на рамках близко к ячейкам, он содержит мало примесей, особенно воска. Твердый прополис содержит больше примесей и воска, его считают менее качественным, пчеловод его собирает у летка и на дне улья [2].

Запах свежего прополиса ароматный, резковатый, напоминает запах тополиных и березовых почек, меда, воска и ванили. По мере хранения прополиса в открытом виде запах теряется. Вкус прополиса горьковатый, при длительном жевании возникает легкое жжение во рту. Плотность прополиса 1,11–1,18 г/мл, то есть он немного тяжелее воды. Однако при большом содержании воска он в воде не тонет.

В среднем прополис состоит из 50 % смолообразных компонентов (флавоноиды, ароматические кислоты и их эфиры), 30 % воска (жирные кислоты, спирты и их эфиры), 10 % эфирного и ароматического масел, 5 % цветочной пыльцы (свободные аминокислоты и белки) и 5 % других субстанций (минеральные вещества, кетоны, лактоны, хиноны, стероиды, витамины и сахара). Прополис содержит минеральные вещества: кальций, магний, калий, натрий, железо, цинк, марганец, медь, кобальт, фосфор, серу, сурьму, алюминий, селен и фтор. В нем обнаружены витамины: В₁, В₂,

В₆, С, Е и А. В состав также входят аминокислоты: аланин, аргинин, аспарагин, аспарагиновая кислота, валин, гистидин, глицин, глутаминовая кислота, изолейцин, лизин, лейцин, метионин, орнитин, пироглутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин, треонин, триптофан, фенилаланин, цистин и цистеин. Многие из них являются незаменимыми для человека [2].

По отношению к животным, микроорганизмам и высшим растениям прополис биологически активен. Водно-спиртовые эмульсии активируют защитные силы организма, повышают устойчивость к заболеваниям, обезвреживают некоторые бактериальные яды, усиливают и продлевают действие ряда антибиотиков. Например, при скормливании крольчатам, поросятам и утятам 10 %-го прополисового молока или введении в их рацион водных и спиртовых экстрактов прополиса прирост живой массы животных и их развитие усиливаются, содержание в крови гемоглобина и белка повышается; яйценоскость уток увеличивается [3].

На раневых и ожоговых нарушениях кожи прополис стимулирует грануляцию, эпителизацию, крово- и лимфообращение, уменьшает интоксикацию и потерю плазмы. Он обнаруживает также противозудное действие, способствует отторжению некротизированных тканей, оказывает противовоспалительный эффект. Практическая безвредность препаратов прополиса установлена в процессе токсикологических исследований. Показано противомикробное действие прополиса, его растворов, экстрактов и компонентов на грамположительные, грамотрицательные, образующие и не образующие спор бактерии, грибы, плесени, вирусы гриппа. На дрожжи влияния не обнаружено. Наиболее широко противомикробное действие водного экстракта прополиса, меньше – спиртового, ацетонового и бензинового. При этом активность спиртового экстракта зависела от географического происхождения прополиса и времени его сбора.

Водный и спиртовой экстракты прополиса подавляют прорастание семян, клубней и рост некоторых растений (рис, пшеница, конопля, картофель, латук). Спиртовой его раствор задерживает развитие вирусов мозаики огурца, пятнистости и некроза табака, причем часовое прогревание раствора при 100 °С не ослабляет это действие. Компоненты горячего спиртового экстракта прополиса проявляют антиокислительные свойства. При 0,2%-ной концентрации они существенно замедляют окисление ненасыщенных жирных кислот кислородом воздуха [3].

Биологические и биохимические свойства прополиса проявляются очень широко, в связи с чем его применяют в медицине и ветеринарии. Обладая антимикробными свойствами прополис применяют как бактерицидное и бактериостатическое средство, антисептик. Антибактериальная активность обусловлена наличием флавоноидных веществ. Установлено антивирусное действие (активные флавоноиды апигенин, акацетин, пекто-

линарингенин), экспериментально доказаны антифунгицидные свойства таких функций, как сакуранетин, пиноцембрин, кофейная кислота, бензиловый эфир кумариновой кислоты. Прополис обладает фитонцидными свойствами, о чем свидетельствуют такие факты, как лишение способности пыльцевых зерен к прорастанию после складывания в ячейках сотов, сильное ингибирующее действие на семена и клубни растений в соответствующей среде. Анестезирующее действие (по данным специальных опытов оно сильнее, чем кокаин и прокаин) подтверждается широким применением вытяжки прополиса в зубной и ветеринарной хирургии. На основе изучения регенерирующих свойств его препараты применяются при лечении ожогов, хирургических ран, кожных заболеваний. Установлено противовоспалительное и противозудное действие прополиса. Продолжается изучение антиокислительных свойств прополиса, благодаря которым может расширяться применение для консервирования пищевых продуктов, в частности, в рыбной промышленности. Его биологически активные вещества улучшают качество косметических препаратов. Важной особенностью, обеспечившей успешное применение прополиса в медицине, является его практическая безвредность (если лечение проводится по назначению и под контролем врача).

Прополис широко применяют при лечении желудочно-кишечных и некоторых легочных заболеваний, в стоматологии, отоларингологии, дерматологии, гинекологии, хирургии, косметике. Он высокоэффективен и в ветеринарной практике – при лечении маститов у крупного рогатого скота, ящурных поражениях и др. Употребляются следующие препараты прополиса: спиртовой экстракт (настойка), водно-спиртовая эмульсия, прополисное молоко (молочная эмульсия), эфирный экстракт, прополисное сливочное масло, прополисные мази (на вазелине, маслах, жирах), прополисовосковая смесь для ингаляции [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поправко, С.А. Флавоидные компоненты прополиса / С.А. Поправко, А.И. Гуревич, М.Н. Колосов // Химия природных соединений. – 1969. – № 6. – С. 476–482.
2. Полищук, В.П. Пчеловодство / В.П. Полищук, В.П. Полипенко // Справочное пособие. – Киев : Высш. шк. – 1990. – 312 с.
3. Хисматуллина, Н.З. Апитерапия / Н.З. Хисматуллина. – Пермь : Мобиле, 2005. – 296 с.
4. Чудаков, В.Г. Технология продуктов пчеловодства / В.Г. Чудаков. – М. : Колос, 1979. – 160 с.

УДК 628.543.3/9

А.И. ШАБАЛИНА

Гомель, БелГУТ

Научный руководитель О. К. Новикова, к.технол.н., доцент

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В результате деятельности животноводческих комплексов возникают проблемы экологического характера, такие как эвтрофикация водоемов, накопление патогенных микроорганизмов, загрязнение атмосферного воздуха сероводородом, аммиаком, молекулярным азотом и другими соединениями.

Основными факторами, оказывающими влияния на загрязнение окружающей среды, являются: вид, численность, рост, пол и масса животных; качество и количество кормов; способ содержания животных и способ удаления навоза. На многих производствах животноводческой отрасли отсутствуют системы сбора и очистки сточных вод, что пагубно влияет на состояние окружающей среды.

Для предотвращения загрязнения почв, воздуха, растительности, водных объектов, необходимо соблюдать технологии переработки отходов животноводства, которые так же могут удовлетворить энергетические потребности населения и способствовать ресурсосбережению.

На основании анализа методов очистки сточных вод животноводческих комплексов, с целью получения органического удобрения и биогаза, разработана технологическая схема (рисунок 1), включающая гидролизную установку, биореактор, газонакопитель, шнековый сепаратор, лагуны и гранулирование. Предложенная схема рассчитана для животноводческого комплекса на 500 голов, количество образующихся навозных стоков которого составляет 50 м³.

Из животноводческого комплекса навозный сток поступает в навозохранилище глубиной 2,5 м и размерами 26,0х26,0 м [5], рассчитанное на 2-х месячное хранение. Затем сток направляется в гидролизную установку, которая вынесена за пределы биореактора. Это связано с тем, что гидролизные бактерии являются стойкими колониями микроорганизмов, которые быстро размножаются в питательной среде, то в течение нескольких часов их количество удваивается. Анаэробные бактерии размножаются гораздо медленнее. Если гидролизные бактерии получают большое количество питательного вещества, то они вырабатывают такое количество жирных кислот, которое анаэробные бактерии не успевают переработать, что

приводит к переокислению содержимого биореактора, падению рН и в критической ситуации к срыву всего процесса.

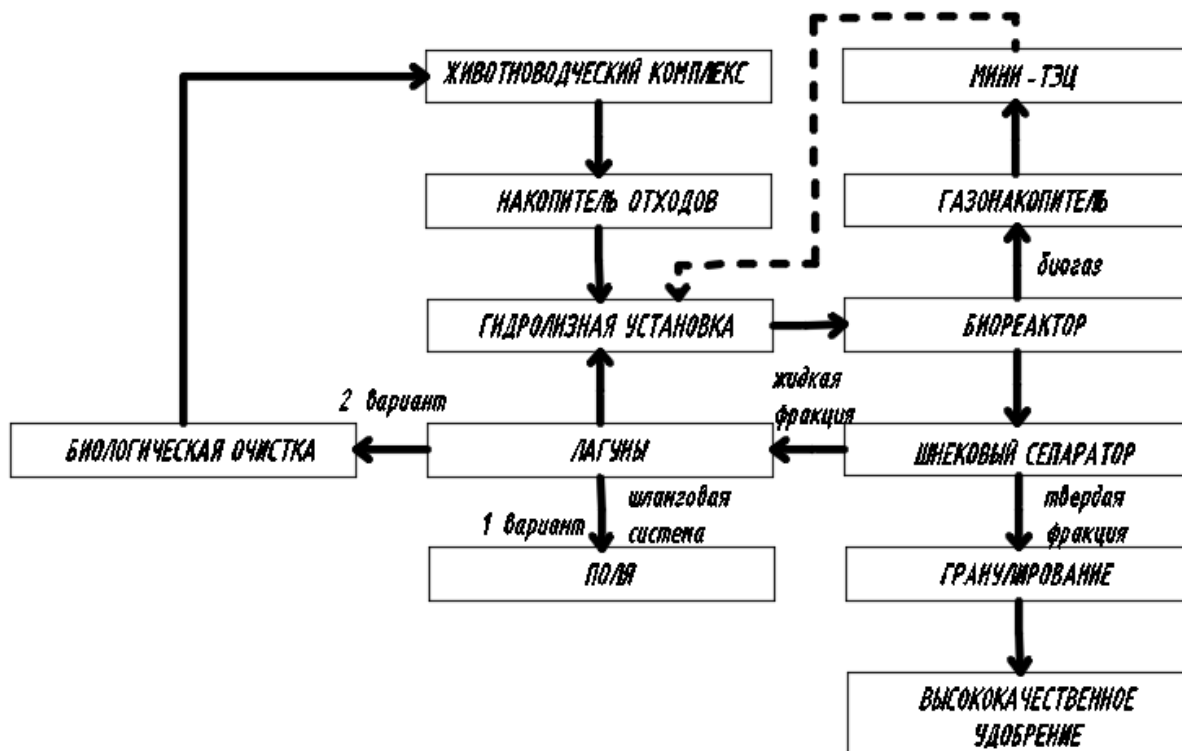


Рисунок 1 – Оптимальная технологическая схема переработки отходов животноводческого комплекса

Для небольшой установки наиболее целесообразно использовать биореактор на базе стандартной топливной цистерны размерами 7,2x3,5x2,0 и объемом 50,4 м³. Внутренние перегородки выполнены из кирпича; их основная функция – направлять поток навоза и удлинить путь его внутри реактора, образуя систему сообщающихся сосудов. Для подогрева субстрата может быть использован газовый водонагревательный аппарат АГВ-80, снабженный автоматикой для поддержания температуры теплоносителя. Для уменьшения потерь тепла предусмотрена теплоизоляция биореактора. Для этого вокруг него устраивается легкий каркас, заполненный стекловатой.

Переработка бесподстилочного навоза от 10 голов крупного рогатого скота позволяет получить в сутки около 20 м³ биогаза [3], от 10 свиней – 1–3 м³. Получаемый биогаз имеет следующий состав: метан – 65 %, углекислый газ – 34 %, сопутствующие газы – до 1 % (в том числе сероводород – до 0,1 %).

Образующийся биогаз поступает на хранение в газгольдер, а далее в мини-ТЭЦ. Полученные тепловая и электрическая энергия используются

для работы биогазовой установки, на отопление и освещение животноводческих помещений, жилых домов либо могут быть реализованы сторонним потребителям.

Для обезвоживания навозного стока объемом 2,08 м³/ч принят один рабочий и один резервный шнековые прессы марки *HUBER RoSQ 440* производительностью 4 м³/ч [8]. Влажность осадка, подаваемого на обезвоживание составляет 87 %. В результате образуются твердая фракция в количестве 26 м³/сут, влажностью 75 % и жидкая фракция в количестве 24 м³/сут.

Твердая фракция поступает в гранулятор ГШ-273 размерами 1,5·1,8·2,2 [7]. Технология заключается в следующем: твердую фракцию высушивают до 25 %, измельчают и подают в гранулятор. В результате образуются спрессованные гранулы, которые могут быть использованы для любого вида растений и типа почвы.

Одним из вариантов использования жидкой фракции после сепаратора является повторное использование после биологической очистки на мытье кормушек в комплексе. Для этого может быть использована станция глубокой биологической очистки сточных вод ТОПАЭРО-М [4]. Сточные воды поступают в технологическое здание, где расположен блок механической очистки, включающий в себя решетку и песколовку. Далее механически очищенные стоки с помощью фекальных насосов перекачиваются в распределительный резервуар. Распределительный резервуар позволяет направить на блоки биологической очистки равное количество стоков, в которых происходит окисление сточных вод. После биологической очистки стоки перекачиваются в технологическое здание на обеззараживание и доочистку.

Второй вариант – использование жидкой фракции в качестве удобрения. Для этого из сепаратора осадок перекачивается на хранение в лагуны, от куда подается на поля с помощью шланговой системы Биокомплекс [6].

Разработанная технологическая схема переработки отходов животноводческого комплекса может быть использована на животноводческих комплексах с получением высокого экономического и экологического эффектов, при извлечении новых ресурсов и энергии из отходов и снижения их антропогенной нагрузки на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Grundfos / Product centre [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: https://product-selection.grundfos.com/product-detail.product-detail.html?from_suid=1519996095361032514911624674303&pumpsystemid=341619657&qcid=341619783. – Дата доступа: 02.03.2018.

2. Автономная канализация «Топазэро» / Топол – эко [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://septik-topol.by/production/topaero>. – Дата доступа: 22.03.2017.
3. Как построить биореактор / *Livejournal* [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://futureenergy.livejournal.com/11718.html>. – Дата доступа: 02.03.2018.
4. Обслуживание Топазэро-М / Обслуживание канализации [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://topas-service.ru/topaero-m>. – Дата доступа: 02.03.2018.
5. Расчет площади навозохранилища / Методические указания к курсовому проекту по расчетам освещенности, воздухообмену, тепловому балансу, расходу подстилки, получения навоза и площади навозохранилищ при содержании сельскохозяйственных животных [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://gigabaza.ru/doc/33290.html>. – Дата доступа: 02.03.2018.
6. Шланговые системы для перекачки жидкого навоза [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://biokompleks.ru/technologies/shlangovyie-sistemyi/> – Дата доступа: 02.03.2018.
7. Шнековый гранулятор [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: http://lugakamen.ru/shnekovyjj_granulyator.html – Дата доступа: 02.03.2018.
8. Шнековый пресс для обезвоживания осадка *HUBER ROTAMAT® RoS 3Q* [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: http://www.swedepump.by/files/HUBER_RoS3Q_ru_f8uikj8w.pdf. – Дата доступа: 02.03.2018.

УДК 532.546

И.С. ШАЕХМУРЗИНА

Россия, Стерлитамак, СФ БашГУ

Научный руководитель: И.Г. Хусаинов, доктор физ.-мат. наук, профессор

ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН

В работе построена математическая модель, описывающая поглощение экологически чистыми пористыми материалами плоских линейных акустических волн. Рассмотрены два типа продольных волн – «медленная» и «быстрая». В модели учитывается межфазный теплообмен.

Экологически чистые пористые материалы, получаемые в современной промышленности, применяются в качестве звукопоглощающих облицовок производственных помещений и технических устройств, требующих снижения уровня шумов. Звукопоглощающая способность пористых материалов обусловлена их пористой структурой и наличием большого числа открытых сообщающихся между собой пор, максимальный диаметр которых обычно не превышает 2 мм. Большая удельная поверхность материалов, создаваемая стенками открытых пор, способствует активному преобразованию энергии звуковых колебаний в тепловую энергию вследствие потерь на трение.

Упругие свойства скелета материала и наличие воздуха, заключённого в его порах, обуславливают гашение энергии удара и вибрации, что способствует снижению структурного и ударного шума [1].

Рассмотрим насыщенную газом пористую среду. При описании распространения одномерных волн в такой среде примем следующие допущения: все поровые включения имеют сферическую форму и одинаковый радиус, значения длин рассматриваемых в среде волн намного больше размеров пор. Характерными размерами среды будем считать средний радиус пор – a_0 и среднюю полутолщину стенок пор – b_0 (рисунок 1).

Запишем макроскопические линеаризованные уравнения неразрывности для скелета пористой среды и газа в порах в двухскоростном приближении:

$$\frac{\partial \rho_j}{\partial t} + \rho_{j0} \frac{\partial v_j}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

где ρ_j , v_j – плотность и скорость j -й фазы соответственно, нижним индексом $j = s, g$ отмечены параметры скелета и газа в порах, дополнитель-

ным нижним индексом 0 – параметры, соответствующие невозмущенному начальному состоянию системы.

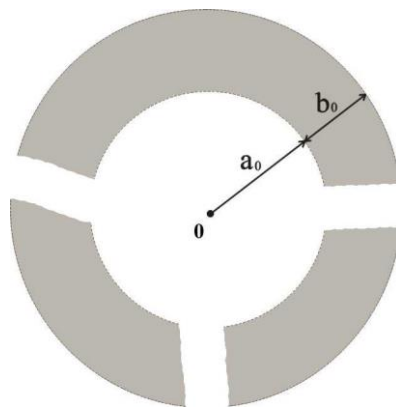


Рисунок 1 – Схематическое изображение ячейки пористой среды

Уравнение импульсов для системы в целом запишем в виде:

$$2 \quad \rho_{g0} \frac{\partial v_g}{\partial t} + \rho_{s0} \frac{\partial v_s}{\partial t} = \frac{\partial \sigma_s^*}{\partial x} - \frac{\partial p_g}{\partial x}, \quad (2)$$

где p_g – давление в газовой фазе, σ_s^* – приведенное напряжение в скелете, определяемое через осредненное истинное напряжение σ_s^0 : $\sigma_s^* = \alpha_{s0} (\sigma_s^0 + p_g)$, α_{s0} – начальная объемная доля твердой фазы. Верхним индексом 0 отмечены параметры, соответствующие истинным значениям.

Для описания поведения скелета используем модель Максвелла:

$$\alpha_{s0} \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = \frac{1}{E_s} \frac{\partial \sigma_s^*}{\partial t} + \frac{\sigma_s^*}{\mu_s}, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = \frac{\partial v_s}{\partial x}, \quad (3)$$

где E_s , μ_s – эффективные модуль упругости и коэффициент сдвига пористого скелета соответственно.

Уравнение импульсов для газовой фазы имеет следующий вид:

$$\rho_{g0} \frac{\partial v_g}{\partial t} = -\alpha_{g0} \frac{\partial p_g}{\partial x} - F. \quad (4)$$

Здесь α_{g0} начальная объемная доля газовой фазы. В случае установившихся гармонических колебаний с частотой ω межфазную силу взаимодействия F можно представить в виде [2]:

$$F = F_m + F_\mu + F_B, \quad (5)$$

где

$$F_m = -(1/2)\eta_m i\omega \alpha_{g0} \alpha_{s0} \rho_{g0}^0 (v_g - v_s), \quad F_\mu = \eta_\mu \alpha_{g0} \alpha_{s0} \mu_g a_0^{-2} (v_g - v_s),$$

$$F_B = \eta_B \alpha_{g0} \alpha_{s0} a_0^{-1} \sqrt{2\rho_{g0}^0 \mu_g \omega} (1-i)(v_g - v_s).$$

Здесь F_m – сила присоединенных масс, обусловленная инерционным взаимодействием фаз, F_μ – сила вязкого трения Стокса, F_B – аналог силы Бассэ, возникающей из-за нестационарности вязкого пограничного слоя около границы газа с твердой фазой, μ_g – динамическая вязкость газа, η_m , η_μ , η_B – коэффициенты инерционного, вязкого и вязко-инерционного взаимодействия фаз, зависящие от параметров пористой среды.

Процессы диссипации тепла в изучаемой системе определяются распределением микротемпературы вблизи межфазных границ. Для описания микронеоднородностей температуры используется сферическая ячеечная схема, предложенная в работе [2]. При этом пористая среда, насыщенная газом, рассматривается как система сферических газовых пузырьков, окруженных слоем материала скелета. Таким образом, в каждой макроскопической точке, определяемой координатой x , вводится типичная ячейка, состоящая из газового пузырька и приходящейся на него доли скелета. Внутри ячейки имеется распределение температуры $T'_j(t, x, r)$ и плотности газа $\rho_g'^0(t, x, r)$ (r – координата, отсчитываемая от центра ячейки). Давление внутри ячейки полагается однородным.

Связь между микроплотностью $\rho_g'^0(t, x, r)$ и истинной плотностью $\rho_g^0(t, x)$, являющейся средней для газовой фазы, определяется с помощью выражения:

$$\rho_g^0 = \frac{3}{4\pi a_0^3} \int_0^{a_0} \rho_g'^0 4\pi r^2 dr. \quad (6)$$

Для истинных плотностей ρ_j^0 и объемной доли фаз α_j можно записать следующие кинематические соотношения:

$$\rho_j = \alpha_j \rho_j^0, \quad \alpha_g + \alpha_s = 1. \quad (7)$$

Для описания распределения температуры в ячейке пористой среды запишем систему уравнений теплопроводности

$$\rho_{g0}^0 c_g \frac{\partial T'_g}{\partial t} = \lambda_g r^{-2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial T'_g}{\partial r} \right) + \frac{\partial p_g}{\partial t}, \quad (0 < r < a_0), \quad (8)$$

$$\rho_{s0}^0 c_s \frac{\partial T'_s}{\partial t} = \lambda_s \frac{\partial^2 T'_s}{\partial r^2}, \quad (a_0 < r < a_0 + b_0), \quad (9)$$

где λ_j , c_j ($j = g, s$) – теплопроводность и удельная теплоемкость соответственно.

Учитывая непрерывность температуры и теплового потока на поверхности раздела фаз $r = a_0$, граничные условия на ней для уравнений (8), (9) запишем в виде

$$T'_g = T'_s, \quad \lambda_s \frac{\partial T'_s}{\partial r} = \lambda_g \frac{\partial T'_g}{\partial r}, \quad (r = a_0). \quad (10)$$

В центре пор выполняется условие симметричности температурного поля, а на границе между ячейками отсутствует теплообмен (условие адиабатичности ячеек):

$$\frac{\partial T'_g}{\partial r} = 0, \quad r = 0, \quad \frac{\partial T'_s}{\partial r} = 0, \quad r = a_0 + b_0. \quad (11)$$

При наличии движения температура в среде, вообще говоря, не остается постоянной, а меняется как с течением времени, так и от точки к точке объема, занятого средой. Однако передача тепла внутри среды путем теплопроводности является медленным процессом, и поэтому быстрый процесс распространения малых возмущений (в данном случае акустической волны) можно считать адиабатическим.

Газ, находящийся в порах среды, будем считать калорически совершенным. Тогда для давления газовой фазы можем использовать следующую формулу [3, 4]

$$p_g = \rho_g'^0 RT'_g, \quad (12)$$

где R – газовая постоянная.

Вывод. Построена математическая модель, описывающая процесс распространения одномерных акустических волн в экологически чистых промышленных пористых материалах, насыщенных газом. В модели учитывается обмен теплом между скелетом пористой среды и газом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хусаинов, И. Г. Тепловые процессы при акустическом воздействии на насыщенную жидкостью пористую среду / И. Г. Хусаинов // Вестник Башкирского университета. – 2013. Т.18, № 2. – С. 350-353.
2. Нигматулин, Р. И. Основы механики гетерогенных сред / Р. И. Нигматулин. – М.: Наука, – 1978. – 336 с.
3. Хусаинов, И. Г. Отражение акустических волн в цилиндрическом канале от перфорированного участка / И. Г. Хусаинов // ПММ. – 2013. – № 3. – С. 441-451.
4. Хусаинов, И. Г. Оценка качества перфорации скважины акустическим методом / И. Г. Хусаинов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. URL: <http://www.science-education.ru/119-14505> (дата обращения: 09.09.2014).

УДК 595.773.4 (476)

А.А. ШАКУН, М.В. ВОЛОСАЧ

Минск, БГУ

Научный руководитель: О.В. Синчук, ассистент

ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК КАРАГАНЫ ДРЕВОВИДНОЙ *AULAGROMYZA CARAGANAE* В УСЛОВИЯХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ К.П. НАРОЧЬ

Aulagromyza caraganae (Rohdendorf-Holmanova, 1959) – филлофаг, личинки которого повреждают листовые пластинки караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.) Чаще всего повреждения формируются на нижней стороне листовой пластинки, при этом на верхней стороне отмечается пожелтение. Мина вначале широкая лентовидная, далее повреждение постепенно становится пятновидным. Окукливание происходит в мине. Личинки регистрируются в июле–августе [1]. Вид отмечен на территории Польши и Литвы [2].

Для территории Беларуси данный представитель семейства Agromyzidae является чужеродным. Это объясняется тем, что личинки данного вида развиваются только на карагане древовидной, естественный ареал произрастания которой находится в Сибири и Кавказе [3].

Материалом для оценки поврежденности листовых пластинок послужили сборы листьев караганы древовидной (*C. arborescens*), которые были отобраны 29.06.2017 г. А.Б. Трещевой (Кучвальской) в условиях зеленых насаждений к.п. Нарочь (54°53'45.4"N 26°45'43.1"E). Поврежденные листья гербаризировали и снабжали этикетками по стандартной методике [4]. В дальнейшем гербаризованный материал сканировали с использованием планшетного сканера Epson Perfection 4180 Photo (разрешение 300 dpi). Для определения площади поверхностей листовых пластинок акации, а также мин *A. caraganae* использовали программу ImageJ [5].

Для характеристики повреждений использовали следующие параметры: заселенность растений (количество поврежденных листовых пластинок из 100 рандомизированно отобранных листьев); площадь мины (площадь каждого поврежденного участка на верхней стороне листовой пластинки); отношение площади повреждения к общей площади простого листочка (%); площадь всех повреждений на сложной листовой пластинке; а также отношение площади всех мин на сложном листе к площади всего сложного листа (%) [5]. В статье приводятся средние значения (\bar{x}_{cp}) со стандартной ошибкой ($\pm SE$). Обработка данных производилась средствами

LibreOffice Calc и RStudio. Полученные данные структурировались и заносились в LibreOffice Base.

В условиях зеленых насаждений к.п. Нарочь отмечается заселенность листовых пластинок караганы древовидной от 20 до 30 %. При этом площадь отдельных повреждений личинок *A. caraganae* составляла $0,61 \pm 0,07$ см² (медиана 0,61). Показатели асимметрии (-0,32) и эксцесса (-0,96) демонстрируют, что полученные результаты имеют левостороннюю асимметрию и распределение является плосковершинным. Подобный характер распределения данных указывает на незначительные колебания значений площади отдельных повреждений. Это позволяет утверждать, что формирование поколения завершено. Однако, учитывая тот факт, что вторая волна роста растений отмечается во второй половине июля, то возможно формирование и второго поколения вредителя в условиях зеленых насаждений к.п. Нарочь.

При этом сумма площадей повреждений составляет $0,68 \pm 0,09$ см². Незначительное отличие показателя средней площади отдельных повреждений показывает, что в большинстве случаев на сложной листовой пластинке находилось одно повреждение (рисунок 1).

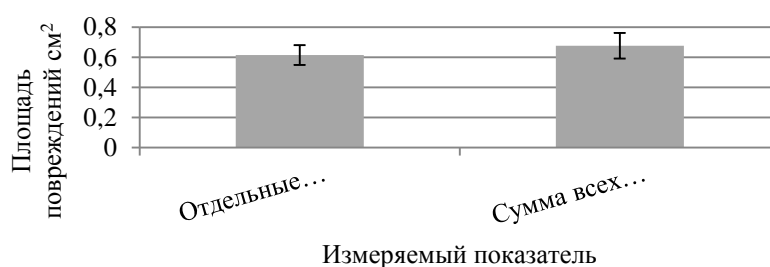


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика площади отдельных повреждений и суммы всех повреждений на одной листовой пластинке

Поврежденность простого листочка достигает $36,95 \pm 0,06\%$. Такой уровень поврежденности может приводить к ранней дефолиации простого листочка.

Поврежденность сложной листовой пластинки составляет $3,89 \pm 0,01\%$ (рисунок 2), что демонстрирует незначительное влияние личинок первого поколения *A. caraganae* на декоративные свойства караганы древовидной.

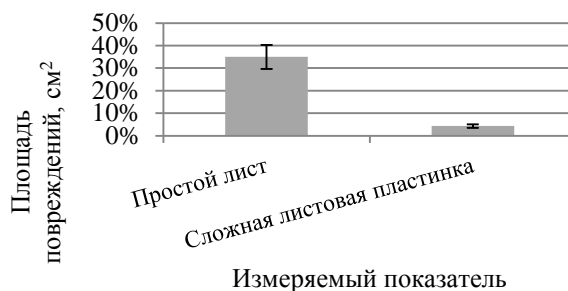


Рисунок 2 – Поврежденность простого листочка и всей листовой пластинки

Таким образом, в условиях зеленых насаждений к.п. Нарочь отмечается несколько поколений *A. caraganae* (вероятнее всего, что вид в условиях Беларуси бивольтинный – генерации совпадают с волнами роста растений). В течение первой генерации вредитель заселяет 30–50% листовых пластинок. При этом, как правило, отмечается по одному повреждению на сложную листовую пластинку. Показатель поврежденности простых листочков указывает на возможность их ранней дефолиации. В то же время, общая поврежденность по окончании первой генерации не превышает 5%, что не слишком сказывается на эстетических качествах растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Willem, N.E. Leafminers and plant galls of Europe [Electronic resource] / N.E. Willem – 2013. – Mode of access: <http://www.bladminderders.nl>. – Date of access: 12.02.2018.
2. *Aulagromyza caraganae* (Rohdendorf-Holmanova, 1959) [Electronic resource] // Fauna Europae. – Mode of access: https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/7ae43aa2-5a62-46e1-a47b-aec868ae7445. – Date of access: 19.02.2018.
3. Соколов С. Я. Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции: в 7 т. – М.–Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1949–1965. – Т. 4: Покрытосеменные семейства Бобовые – Гранатовые. – 1958. – 974 с.
4. Гербарное дело: справочное руководство: русское издание / под ред. Д. Гельтмана. – Кью: Королев. ботан. сад, 1995. – 341 с.
5. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений: учеб. материалы / О. В. Синчук [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.

УДК 556.5

Д.А. ШПОКА

Брест, БрГТУ

Научный руководитель: А.А.Волчек, д.г.н., профессор РБ и РФ

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОВЕННОГО РЕЖИМА РЕКИ ЗАПАДНЫЙ БУГ

Введение. В рамках ООН Международным десятилетием действий 2018-2028 годы объявлены как «Вода для устойчивого развития», что будет содействовать координации всех усилий для решения вопросов и проблем, связанных с водными ресурсами. Данное десятилетие содействует достижению целей устойчивого развития в области комплексного управления водными ресурсами, охватывает вопросы, связанные с эффективным использованием водных ресурсов и интеграцией между водными ресурсами, продовольствием, энергетикой и окружающей средой.

Таким образом, изучение рек Беларуси является актуальной проблемой. Особенностью режима реки является весеннее половодье, так как наибольшее количество осадков выпадает в теплое время года, то периодически наблюдаются дождевые паводки и осенние подъемы уровня воды.

Обсуждение результатов. Основными исходными материалами при исследовании уровней воды реки Западный Буг послужили средние годовые данные государственного водного кадастра ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» за 1988-2014 гг.

Проведен анализ изменения среднего уровня воды на р. Западный Буг. Как видно из рисунка 1 на р. Западный Буг – д. Новоселки уровень воды за более чем 30-летний период изменился в сторону увеличения. Если в 1988 г. средний уровень был 243 см, то в 2010 г. – 318 см, в последние годы с 2009 по 2014 гг. отмечается значительный подъем уровня воды. Значение высшего уровня выбрано из всех измерений уровня воды, произведенных на водомерном устройстве в течение года. Анализ высшего уровня весеннего половодья (рисунок 2) на р. Западный Буг – д. Новоселки показал рост числа случаев увеличения уровня в период весеннего половодья.

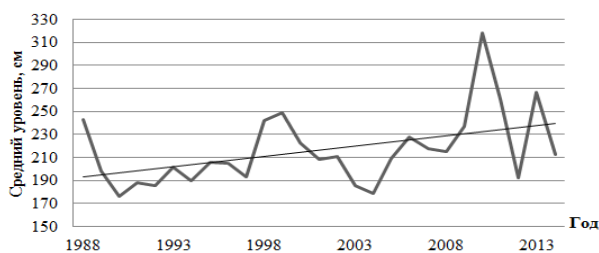


Рисунок 1 – Средний уровень воды на р. Западный Буг – д. Новоселки

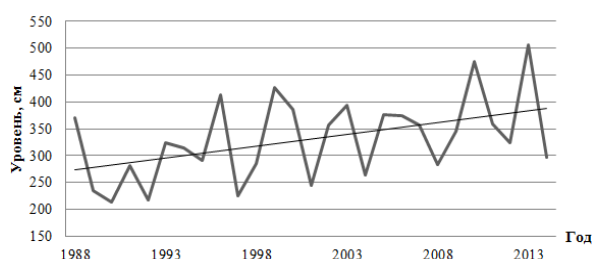


Рисунок 2 – Высшие уровни воды весеннего половодья на р. Западный Буг – д. Новоселки

Исследования летне-осеннего паводка на р. Западный Буг – д. Новоселки наивысшее значение уровня воды в реке наблюдалось в 2011 г и равнялось 493 см, наименьшее значение – 231 см зафиксирован в 1990 г. (рисунок 3).

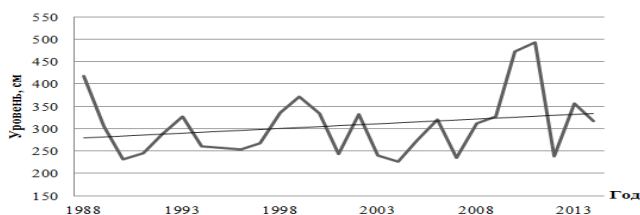


Рисунок 3 – Динамика многолетних максимальных уровней воды летне-осеннего паводка на р. Западный Буг – д. Новоселки

Значение низшего зимнего уровня воды выбраны из срочных наблюдений за период. Анализ показал повышение низшего уровня воды зимнего периода за весь период (рисунок 4). Значения низшего уровня воды периода открытого русла выбраны из срочных наблюдений для периода, началом которого является конец весеннего половодья, а концом – появление устойчивых ледяных образований. Как и значения высшего уровня, так и значения низшего уровня имеют устойчивую тенденцию в сторону повышения уровня воды на р. Западный Буг (рисунок 5).

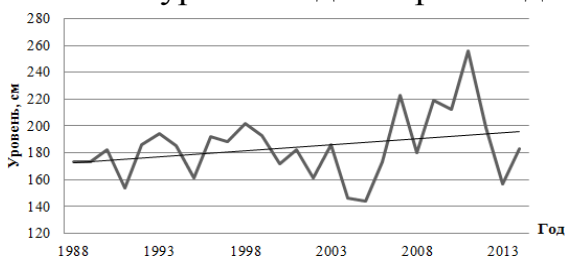


Рисунок 4 – Значения низшего уровня воды зимнего периода на р. Западный Буг – д. Новоселки

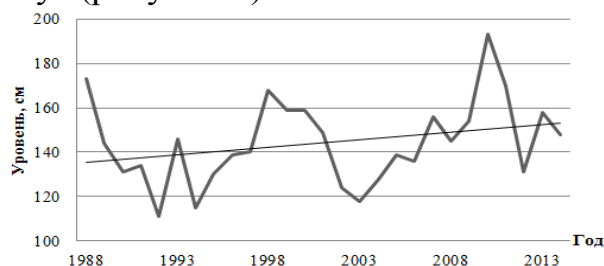


Рисунок 5 – Значения низшего уровня воды периода открытого русла р. Западный Буг – д. Новоселки

Выводы. Проведенный анализ изменения уровня воды на р. Западный Буг показал рост уровней воды во все исследуемые периоды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежегодные данные о режиме и ресурса поверхностных вод. Ч. 1 Реки и каналы. Ч. 2 Озера и водохранилища. Т. III. – Минск : 1988-2014 гг.

УДК 581.91

М.Г. ЩЕРБА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – А.П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

WEB-ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ БОТАНИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ЭКСПОЗИЦИИ «ЗИМНИЙ САД» ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ

Актуальность темы. Научная идея проекта заключается в интеграции на основе геоинформационных технологий в общедоступное пространство информации, которая поможет привлечь внимание современного поколения к живой природе, будет формировать у них правильное отношение к окружающему миру, будет служить средством популяризации экспозиции «Зимний сад», привлечению посетителей различных возрастов. Создание web-паспорта также поспособствует дистанционному доступу к работе экспозиции для зарубежных коллег и людей с ограниченными возможностями.

Цель работы – таксономическая инвентаризация ботанической коллекции экспозиций «Зимнего сада» и создание web-паспорта объекта.

Методы и материалы исследования. Сбор и обработка фотографических данных, сбор и анализ научной литературы, представленные в виде фотоматериалов результаты инвентаризации экспозиций «Зимнего сада», доступ к картографическому web-приложению (геосервис, позволяющий создать единую базу данных видов, произрастающих в пределах экспозиций «Зимнего сада») [1,2].

Выводы. Практическая часть данного исследования представлена в картографическом web-приложении «Отдел "Ботанические экспозиции"» Центра экологии (Рисунок 1) [3].

Работа иллюстрирована фотографиями самых интересных растительных объектов, которые представлены в трех экспозиционных залах (тропиках, субтропиках и пустыне) и дополнена их краткими ботаническими описаниями, в которых были указаны: дата фотографии объекта, жизненная форма растения, рост, фенофаза, описание листа (его формы, размера и особенностей), описание цветка, а также автор фотоснимка. Всего было описано около 30 объектов из 15 семейств (Рисунок 2) [4,5].

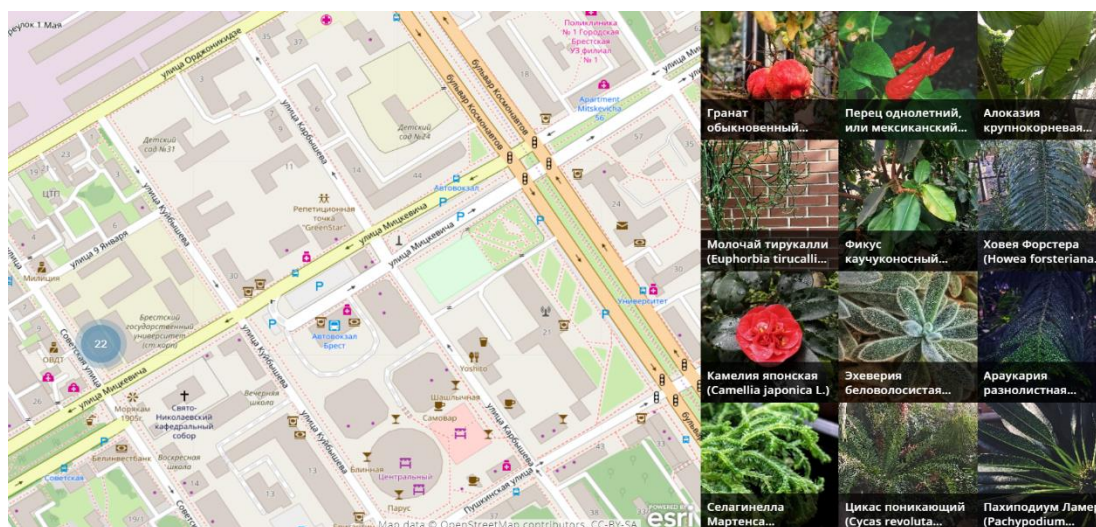


Рисунок 1 – Web-паспортизация объектов экспозиции Зимний сад



Эхеверия беловолосистая (*Echeveria leucotricha* J.A. Purpus)
вуліца Міцкевіча 28 корпус 1, Брэст, Брэсцкі раён, Брэсцкая вобласць

Дата: 26/02/2018 Многолетнее суккулентное растение до 20 см высотой. Фенофаза - вегетация. Стебель ветвящийся с серебристым опушением. Листья собраны в розетки на концах побегов, ланцетно-удлиненные, мясистые, покрыты мягким белым войлочным опушением. Студентка: М.Г. Щерба, биологический факультет, Биоэкология, 6 курс, руководитель - доц. А.П. Колбас.

Рисунок 2 – Web-паспортизация объектов экспозиции Зимний сад на примере Эхеверии беловолосистой

Таким образом, данное исследование поможет увеличить информированность населения города Бреста и студентов БрГУ имени А.С. Пушкина об экспозициях «Зимнего сада» и дать возможность увидеть на карте города объекты коллекций Центра экологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Токарчук, С. М. WEB-картографирование ботанических коллекций Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина для целей экологического образования и воспитания. / С. М. Токарчук, А. П. Колбас, О. В. Токарчук// Псковский регионологический журнал. Псковский государственный университет. – 2018 – № 1 (33). – С. 100–116.
2. Таксономический состав коллекций экспозиции «Зимний сад» Центра экологии / А. П. Колбас [и др.] // Ученые записки БрГУ. – 2016. – С. 53–68.
3. Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.brsu.by/ecology/prilozheniya>. – Дата доступа: 18.03.2018.
4. Вахний, А. А. Таксономический анализ сосудистых растений агробиологического центра УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина» / А. А. Вахний, Ю. А. Демчук, А. А. Каминская // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія, біялогія, навукі аб зямлі. - 2012. – № 1. – С. 10–14.
5. Зеркаль, С. В. Ботаническая коллекция агробиологического центра УО «БрГУ им. А.С. Пушкина» / С. В. Зеркаль, А. П. Колбас, Н. Ю. Колбас // Вучоныя запіскі Брэсцкага ун-та. – 2007. – Т. 3, –Ч. 2. – С. 117–133.
6. Полевая практика по ботанике: метод. указания для студ. биол. и геогр. факультетов / С. В. Зеркаль [и др.] ; под ред. М.П. Жигар. – Брест: Изд-во БрГУ им. А.С. Пушкина, 2007. – 42 с.

УДК 349.6

А.А. ЯКОВЕЦ

Брест, БрГТУ

Научный руководитель: Н.Н. Шпендик, канд. геогр. наук, доцент

ПРАВОВОЙ РЕЖИМ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС ВДОЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

Белорусская железная дорога является государственным объединением, подчинённым Министерству транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, в состав которых входят: 29 республиканских унитарных предприятий, имеющих статус юридического лица (Минское отделение, Брестское отделение, Гомельское отделение, Витебское отделение, Могилёвское отделение, Барановичское отделение и др.), 8 обособленных структурных подразделений, 3 представительства Белорусской железной дороги за рубежом. Аппаратом управления Белорусской железной дороги является Управление Белорусской железной дороги, состоящее из 30 отраслевых служб, отделов и других структурных подразделений.

К землям железнодорожного транспорта относятся земли, предоставленные в постоянное пользование его предприятиям и организациям для осуществления возложенных на них задач. Данные земли предназначены для размещения железнодорожных вокзалов, станций, мостов, переходов, переездов и железнодорожных линий. Они железнодорожным транспортным организациям предоставляются в порядке отвода в постоянное пользование.

Земли железнодорожного транспорта общего пользования входят в состав земель транспорта и включают в себя полосы отвода железных дорог и иные земельные участки, предоставляемые организациям железнодорожного транспорта общего пользования для осуществления возложенных на них задач. [1]

Согласно СТП БЧ 56.316-2015, ширина полосы отвода (между её границами) определяется в соответствии с действующими нормами и техническими указаниями по проектированию. Минимальная ширина земельного полотна на перегонах (при отсутствии боковых резервов, кавальеров, укрепительных сооружений, снегозадерживающих насаждений и устройств), устанавливается по таблице 1 для насыпей высотой до 12,0 м и для выемок глубиной до 12,0 м.

В полосу отвода железнодорожных дорог входят земли, занимаемые земляным полотном, искусственными сооружениями, линейно-путевыми зданиями, устройствами связи, станциями, защитными лесонасаждениями и другими сооружениями и путевыми устройствами. [3]

Таблица 1 – Минимальная ширина участков земли, занимаемых земляным полотном на существующих участках

Высота насыпи, или глубина выемки, м	Ширина полосы отвода, м	Высота насыпи, или глубина выемки, м	Ширина полосы отвода, м
1,0	28,0–24,0	7,0	46,0–42,0
2,0	31,0–27,0	8,0	49,0–45,0
3,0	34,0–30,0	9,0	52,0–48,0
4,0	37,0–33,0	10,0	55,0–51,0
5,0	40,0–36,0	11,0	58,0–54,0
6,0	43,0–39,0	12,0	61,0–57,0

Земли, отведённые под лесозащитные полосы железнодорожного транспорта, не всегда обслуживаются должным образом. Основным нормативным документом в области правового регулирования лесозащитных полос является Кодекс о земле и Лесной кодекс. Согласно Лесному кодексу Республики Беларусь, в лесной фонд не входят участки в границах придорожных полос (контролируемых зон) автомобильных дорог, за исключением древесно-кустарниковой растительности, произрастающей в границах земель лесного фонда и земель природоохранного назначения, следовательно, не попадают под учет лесного фонда. Однако в этом же нормативном документе указано, что в состав защитных лесов входят: леса, расположенные в границах полос шириной 100 метров в обе стороны от крайнего железнодорожного пути общего пользования, от оси республиканской автомобильной дороги. Одним из документов регулирующих проведение работ в лесном фонде является Постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь 19 декабря 2016 г. № 79 «Об утверждении Санитарных правил в лесах Республики Беларусь», однако в нём ничего не сказано про регулирование деятельности в лесозащитных полосах.[2]

Так как в лесной фонд не входят единичные деревья, их группы, а также иная древесно-кустарниковая растительность в пределах полос отвода железных и автомобильных дорог, иных транспортных и коммуникационных линий и каналов, то это говорит о том, что лесозащитные полосы должны обслуживаться не работниками лесного хозяйства, а железнодорожными службами каждого из объединений, в зависимости от направления.

Земельные участки полосы отвода железной дороги находятся в пользовании отделений дороги, которые обеспечивают её надлежащее содержание. Ответственными за содержание полосы отвода являются:

- на территориях станций и разъездов, остановочных пунктов – лица, назначенные приказами начальников отделений;
- в пределах территорий специальных баз и складов – руководители указанных организаций;

– в пределах земляного полотна (насыпей, выемок, водоотводных искусственных сооружений, переездов) – начальники дистанций пути;

– в пределах зон защитных насаждений и остальной территории полосы отвода – начальники дистанций защитных лесонасаждений;

Но далеко не каждое организационно-структурное подразделение ведёт соответствующую документацию в области учёта лесозащитных насаждений. Лесозащитные полосы устраивались согласно ГОСТ 17.5.3.02-90 «Охрана природы. Земли. Нормы выделения на землях государственного лесного фонда защитных полос вдоль железных и автомобильных дорог», на сегодняшний день он действует, но не регулирует деятельность в обслуживании лесозащитных полос. А действующее законодательство подразумевает только учет объектов растительного мира и не даёт рекомендаций по замене уже состарившихся пород и постепенному обновлению лесозащитных полос без снижения их защитной функции.

В результате проведённого анализа существующего законодательства Республики Беларусь было выявлено, что нормативы ширины защитных полос вдоль железных дорог в соответствии с Лесным кодексом Республики Беларусь от 24 декабря 2015 г. № 332-3 противоречат нормативам ширины защитных полос железных дорог согласно СТП БЧ 56.316-2015. Существующие противоречия в законодательстве существенным образом сказываются на обслуживании лесозащитных полос и развитии транспортной инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О железнодорожном транспорте: Закон Респ. Беларусь от 6 янв. 1999 г. № 237-З : с изм. и доп : текст по состоянию на 31 дек. 2014 г. – Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018. – Режим доступа : <http://www.pravo.by>. – Дата доступа : 25.01.2018.

2. Лесной кодекс Республики Беларусь от 24 дек. 2015 г. № 332-3 Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018. – Режим доступа : <http://www.pravo.by>. – Дата доступа : 25.01.2018.

3. Полоса отвода и защитные насаждения на участках железнодорожных линий колеи 1520 мм и 1435 мм Белорусской железной дороги. Правила содержания : СТП БЧ 56.316-2015. – Введ. 27.04.2015. – Минск : Служба пути Белорусской железной дороги, 2015.

СОДЕРЖАНИЕ

Агапов М.В. Моделирование процесса сбора нефтяных пятен вращающимся барабаном.....	3
Арчибасова Я.В. Повышение продуктивности биомассовых культур с помощью ростстимуляторов стероидной природы.....	6
Астапенко А.И. Кокцинеллиды – энтомофаги алычевой тли в зеленых насаждениях г. Минска.....	10
Бардюкова А.В. Анализ загрязнения поверхностных вод г. Гомель тяжелыми металлами.....	12
Басович А.С. Оценка поступления окиси углерода в атмосферный воздух с выбросами автотранспорта на улицах частного сектора г. Гомель.....	16
Борма С.А. Влияние микрочастиц меди на морфологию корневых волосков пшеницы.....	19
Боровцов И.Д. Состояние атмосферного воздуха на территории Гомельской области.....	21
Бруевич И.А. Антропогенное влияния предприятий машиностроительного комплекса на воздушный бассейн Беларуси.....	24
Волосач М.Е. Оценка поврежденности листовых пластинок березы повислой (<i>Betula Pendula</i> Roth.) личинками минирующей мухи <i>Agromyza Alnibetulae</i> Henedel, 1931 (Diptera:Agromyzidae).....	27
Гляковская Е.И. Инвазивные виды фитофагов – вредителей зеленых насаждений и характер их вредоносности в условиях Гродненского Понеманья.....	30
Дыдышко А.А. Экологический аспект темы «Электролитическая диссоциация» в школьном курсе химии.....	34
Женарь А.В., Ховренкова А.В. Температурный режим г. Бреста и его роль в культивировании технических сортов винограда.....	37
Заря М.С. Мониторинг водородного показателя сточных вод Столинского района Брестской области.....	39
Иванова И.А. Оценка качества питьевой воды в г. Могилеве по комплексу физико-химических показателей.....	43
Камагаева А.В. Моделирование сбора нефтяных пятен сорбентами....	47
Колб В.С. Исследование эффектов воздействия медных наночастиц на зерновые культуры с использованием морфологических тестов.....	49
Короткая А.И. Загрязнение атмосферного воздуха городов и промышленных зон в Республике Беларусь.....	51
Кравчук Д.И. Оценка воздействия загрязнения свинцом территорий граничащих с заводом АКБ в СЭЗ «Брест» при введении его в эксплуатацию.....	54

Лавриеня Д.И. К познанию шмелей как опылителей ряда хозяйственных растений Беларуси	58
Лицук А.В. О распространении инвазионных видов растений в г.Бресте и его окрестностях.....	61
Лишуга Т.А. Мониторинг выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на СЗАО «КварцМелПром»	63
Луковец А.О. Сопоставимый анализ способов переработки отходов куриного помёта (на примере птице-фабрики «Дубравский бройлер»).....	67
Луцевич Т.А. Гормональная активность брассиностероидов	73
Мазай Е.В. Оценка состояния древостоя двух типов леса на территории Петриковского района Гомельской области.....	75
Манцевич О.И. Влияние выбросов автомобильного транспорта на состояние здоровья населения.....	78
Михнюк О.В. Влияние брассиностероидов на динамику роста сорго зернового в контролируемых условиях.....	82
Можвило Т.И. Оптимизация сети мониторинга поверхностных вод на территории Брестской области.....	85
Морозова И.Н. Применение брассиностероидов в качестве регуляторов роста растений	90
Насретдинова Л.Ф. Экологически чистый способ очистки призабойной зоны пласта	92
Павлова Е.Д. Оценка химических загрязняющих веществ окружающей среды в зоне влияния ОАО «Мозырьсоль».....	95
Панферова В.Г. Выброс оксида углерода с отработавшими газами автомобилей на улицах города Бреста.....	98
Пинчук Т.С., Гончаров Д.А., Шибанова Ю.О. Оценка поврежденности листовых пластинок различных видов и форм лип липовой молью-пестрянкой.....	102
Плинда А.А. Загрязнение городской среды выхлопными газами автомобильного транспорта.....	105
Поплавная А.И. Загрязнение атмосферы Гомельской области и его влияние на здоровье человека.....	110
Посвалюк В.Д. Экологическая оценка выбросов в атмосферный воздух на примере ОАО «Гомельский химический завод».....	115
Равкович И.Т. Действие стероидных гликозидов в концентрации 10^{-7} % на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы.....	118
Радькова В.А. Загрязнение подземных вод при добыче нефти.....	120
Рогинский А.С., Моштыль С.О. Проблема индуцированного патогенами и вредителями повторного цветения как угрозы устойчивости насаждений каштана конского обыкновенного в Беларуси	123

Рогинская Ю.С., Рогинский А.С. Реконструкция коридоров инвазии опасного вредителя насаждений каштана конского обыкновенного – каштановой минирующей моли: первые результаты и перспективы использования данных штрихкодирования.....	126
Розумец И.Н. Солома - экологичный строительный материал	129
Руденок Е.Г. Экологически безопасные приемы выращивания белокочанной капусты с минимальным содержанием удобрений и нитратов	132
Савченкова Е.А., Пантелеева Е.А. Ответственность за нарушение правопорядка в экологической сфере.....	135
Сахарута И.Ю. Ростостимулирующие ризосферные бактерии ☐ экологически безопасное средство защиты <i>Cucumis sativus</i> L. от фитопатогенов.....	138
Семенюк А.А. Влияние некоторых брассиностероидов на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы.....	142
Солонский М.Р. Химические аспекты загрязнения окружающей среды при производстве и использовании синтетических моющих средств.....	144
Старинович Е.Я Влияние хлорид- и фосфат-ионов на прорастание семян высших растений.....	148
Супрунюк Е.В. Видовой состав ОС (Hymenoptera: vespoidea) семейств Tiphiidae, Scoliidae, Mutiliidae, Vespidae) фауны Беларуси: современное состояние исследований.....	153
Трещева А.Б. Оценка поврежденности листовых пластинок тополя канадского тополевой молью-пестрянкой	156
Троянчук В.А. Интенсивные технологии выращивания черешни в условиях Брестской области.....	160
Тур А.В. Пути решения проблемы очистки сточных вод, образующихся при производстве солода.....	162
Федорова К.О. Влияние тяжелых металлов на растительность.....	165
Федоров А.В. Сбор нефтяных пятен с поверхности воды.....	168
Фузеева И.А. Оценка состояния среды в СЭЗ «Брест» по степени флуктуирующей асимметрии листьев березы	170
Харченко А.С. Заселенность в осенний период листовых пластинок дёрена белого серой свидинно-злаковой тлей (<i>Anoecia corni</i> (F.)) в условиях г. Минска.....	172
Хмарун Т.А. Фитоиндикационная оценка антропогенного влияния на растительный покров (на примере г. Светлогорск).....	176
Ховренкова А.В., Гладкая С.С. Росторегулирующее действие стероидных гликозидов на растения сорго зернового в условиях г. Бреста.....	179

Ховренкова А.В., Панасюк Д.С. Росторегулирующее действие стероидных гликозидов на растения подсолнечника в условиях полевого опыта.....	181
Холод Е.П. Медико-биологические аспекты по применению прополиса	183
Шабалина А.И. Утилизация отходов животноводческого комплекса	186
Шаехмурзина И.С. Защита объектов от воздействия акустических волн	190
Шакун А.А., Волосач М.В. Оценка поврежденности листовых пластинок караганы древовидной <i>Aulagromyza caraganae</i> в условиях зеленых насаждений К.П. Нарочь.....	194
Шпока Д.А. Анализ изменчивости уровня режима реки Западный Буг.....	197
Щерба М.Г. Web-инвентаризация ботанической коллекции экспозиции «Зимний сад» Центра экологии	200
Яковец А.А. Правовой режим лесозащитных полос вдоль железнодорожного полотна.....	203