

ЛИТЕРАТУРА

1. Юрин, В. М. Оценка избирательности действия пестицидов на растения (электрофизиологический метод) [Электронный ресурс]: метод. указания для студентов биол. фак. / В. М. Юрин [и др.]. Минск: БГУ, 2011. – 68 с. URL: <http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/15559/1/Urin.pdf>.
2. Syngenta Unveils New Fungicide Product Line: Miravis [Electronic resource] // APS Crop Protection and Management Collection. Plant Management Network. PMN Crop News. Posted 30 November 2016. URL: <https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/crop/news/2016/Miravis/>.
3. SYN545974 – Analytical Method GRM.061.04A for the determination of SYN545974 in Crops by LC-MS/MS with validation data / Syngenta Crop Protection, LLC. – Greensboro, 2015. – 109 p.
4. SYN545974 – Residue Method for the determination of SYN545974 in water / Syngenta Crop Protection, LLC. – Greensboro, 2013. – 55 p.
5. Public release summary on the evaluation of pydiflumetofen in the product Miravis Fungicide. APVMA Product Number 82484 / Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority, 2018. 57 с.

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ И ТРЕБОВАНИЙ К ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ DEVELOPMENT OF EVALUATION CRITERIA AND REQUIREMENTS FOR THE LOCAL TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER FROM THE FOOD INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

А. Ю. Кулаков, С. Е. Головатый
A. Kulakov, S. Golovatyj

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
kulakov1@tut.by
Belarusian State University, ISEI BSU, Republic of Belarus*

Критерии оценки и требования к локальной очистке производственных сточных вод пищевой промышленности Республики Беларусь, основанные на наилучших доступных технических методах, разработанных в Российской Федерации, Европейском союзе и Республике Беларусь. Пищевая промышленность представлена следующими видами производств (экономической деятельности): мясная (переработка и консервирование мяса и производство мясной и мясосодержащей продукции), молочная (производство молочных продуктов), кондитерская (производство хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий), сахарная (производство сахара), пивобезалкогольная (производство пива и безалкогольных напитков, минеральных вод и других вод в бутылках).

Evaluation criteria and requirements for the local treatment of industrial wastewater from the food industry of the Republic of Belarus, which are based on best available techniques developed in the Russian Federation, the European Union and the Republic of Belarus. The food industry is represented by following types of industry (economic activities): meat (processing and preserving of meat), dairy (manufacture of dairy products), confectionery (manufacture of bakery products), sugar (manufacture of sugar), beer (manufacture of beverages).

Ключевые слова: очистка, сточная вода, мясная промышленность, молочная промышленность, кондитерская, сахарная промышленность, пивная промышленность.

Keywords: treatment, wastewater, meat industry, dairy industry, confectionery industry, sugar industry, beer industry.

Сравнительный анализ водопользования на предприятиях различных отраслей промышленности показывает, что предприятия пищевой промышленности являются одними из наиболее водоемких отраслей промышленности. При этом, в отличие от других водоемких отраслей (химической, деревообрабатывающей и пр.), предприятия пищевой промышленности для производства продукции используют исключительно подземную воду питьевого качества.

В соответствии с данными государственной статистической отчетности 1-вода (Минприроды) за 2015 г. предприятиями пищевой промышленности добыто воды из подземных источников для производственных и хозяйственно-бытовых нужд 45,05 млн м³/год, что составляет 62 % от общего объема воды, добытой промпредприятиями обрабатывающей промышленности для производства продукции.

В состав пищевой промышленности входит десять групп видов экономической деятельности, с множеством подотраслей различной специализации. Крупнейшими являются мясная (переработка и консервирование мяса

и производство мясной и мясосодержащей продукции), молочная (производство молочных продуктов), кондитерская (производство хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий), сахарная (производство сахара), пивобезалкогольная (производство пива и безалкогольных напитков, минеральных вод и других вод в бутылках).

В текущее время в Республике Беларусь находится больше ста предприятий, осуществляющих **переработку мяса**. Их технологическим процессам необходимы большие объемы воды, по итогу которого образуется соответствующее количество сточных вод, в которых содержатся загрязняющие вещества как органического, так и минерального происхождения. Производственные сточные воды можно поделить на жировые (10 % от общего объема) и нежировые (70 %), остальные 20 % являются бытовыми и условно-чистыми производственными водами, поступающими от теплоэнергетического и охлаждающего оборудования на предприятии. Наибольшая часть загрязнений приходится на животные жиры, белки, кровь, поступающих в сточные воды из помещений первичной переработки мясного сырья, а так же биогенные элементы, входящие в состав аминокислот, и находящиеся так же в форме фосфатов и аммонийных соединений.

Для производств до 30 т за смену характерно водоотведение около 19 м³ на 1 т продукции. Если производительность выше 30 т за смену, то объем сточных вод на 1 т мяса составит около 17 м³.

В пищевых производствах, в том числе и при мясопереработке, не используются токсичные вещества, отрицательно влияющие на живые организмы, что компенсируется большим содержанием животной органики, на окисление которой требуется значительное количество растворенного в воде кислорода. Это определяет высокий уровень БПК (показатель биологического потребления кислорода) и ХПК (показатель химического потребления кислорода), а также большое содержание взвешенных и эмульгированных веществ в форме коллоидных растворов. Как правило, в таких стоках БПК₅ находится в примерных пределах 600–1100 мгО₂/дм³, ХПК составляет 1600–2000 мгО₂/дм³, содержание взвешенных веществ 1500–2000 мг/дм³, общий азот 100–150 мг/дм³, а фосфор в пересчете на фосфат-ион – 40–80 мгР/дм³. Кислотность среды при этом близка к нейтральному значению и составляет 6,5–8,5.

В молочной отрасли Беларусь, наряду с Австралией, Новой Зеландией, Бразилией и Аргентиной, является крупнейшим экспортером молочной продукции на мировой рынок (около 5 % от общемирового производства на 2011 г.). В последние десятилетия в целях сокращения затрат, концентрации и специализации отрасль существенно реструктуризирована. В настоящее время переработка молока сосредоточена в 37 организациях системы Минсельхозпрода.

Предприятие молочной промышленности для выпуска масла, сыра твердого в объеме около 4400 т/год, потребляет питьевой воды в объеме около 130 тыс. м³/год.

Как и сточные воды многих пищевых производств, стоки предприятий по переработке молока характеризуются неравномерностью их качественного состава и объемов, поступающих на очистные сооружения. Кроме того, эти показатели подвержены существенным сезонным изменениям, достигая своего пика в летнее время. Уже, исходя из этого, им необходимы стадии усреднения и физико-химической очистки перед сбросом в сети коммунальной канализации или последующая биологическая очистка при условии, что предприятие сбрасывает свои сточные воды непосредственно в окружающую среду.

Усредненные значения водородного показателя рН для сточных вод молочной промышленности составляют от 6,0 до 8,0, что определяет слабощелочной характер водной среды. Взвешенные вещества находятся в пределах 300–600 мг/дм³, что характеризует стоки молочных производств как мутные, хотя в некоторых случаях они могут и превышать эти показатели, переходя в разряд высокомутных. Концентрация общего азота и фосфора составляют 50–90 мг/дм³ и 8–16 мгР/дм³ соответственно, что говорит о высоком содержании в стоках биогенных элементов, обеспечивающих жизнедеятельность бактерий и микроорганизмов. Значения БПК₅ являются самыми высокими среди стоков предприятий пищевого профиля и составляют от 900 до 1800 мгО₂/дм³ и выше, при этом максимальная их величина характерна для сыродельных производств, а так же производств масел и жиров (до 16 000 мгО₂/дм³ ХПК и выше). Показатели ХПК при этом определяются равными 1500–3000 мгО₂/дм³ и выше, что говорит о больших количествах легко окисляемых биологическим путем органических загрязнений.

Сахарная промышленность является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь, обеспечивающим продовольственную безопасность страны, способствующим развитию сельскохозяйственного производства.

В настоящее время в Республике Беларусь четыре завода по переработке свекловичного сырья: ОАО «Слущкий сахарорафинадный комбинат», ОАО «Городейский сахарный комбинат», ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ОАО «Жабинковский сахарный завод», общей мощностью 32,7 тыс. т переработки сахарной свеклы в сутки.

Сахарный комбинат, с мощностью переработки сахарной свеклы в 1000 т/сутки, имеет объем водопотребления около 9000 м³ в сутки, с объемом водоотведения – 3900 м³ в сутки. Объем оборотного водоснабжения – 4500 м³ в сутки.

Исходя из специфики производства сахара из сахарной свеклы и согласно Постановлению Минприроды № 16, в производственных сточных водах предприятия образуются следующие загрязняющие вещества: взвешенные вещества, сульфат-ион, хлорид-ион, аммоний-ион, азот общий, фосфор общий, СПАВ (анион.), а так же меняются значения БПК₅, ХПК и водородный показатель рН.

Пивной сегмент в Беларуси представлен несколькими крупнейшими предприятиями, часть из которых принадлежат иностранным концернам. По данным 2013 г. доли основных игроков пивного рынка в общем объеме производства распределились следующим образом:

1. ОАО «Криница» – 31,5 %;
2. HeinekenBelarus – 24,5 % (принадлежит концерну Heineken);
3. ОАО «Пивзавод «Оливария» – 20,3 % (принадлежит концерну Carlsberg);
4. ОАО «Лидское пиво» – 19 % (принадлежит концерну OLVi);
5. ОАО «Брестское пиво» – 3,8 %;
6. прочие компании – 0,9 %.

В предыдущие годы все крупные пивоваренные заводы прошли через этап модернизации: по ее итогам предприятия обновили линии, нарастили объемы выпуска, освоили новые виды упаковки. Кроме пива на пивоваренных предприятиях Беларуси выпускают также квас, сидр, алкогольные коктейли, безалкогольные напитки, воду. Пивная отрасль отличается высокими показателями экспорта. Так, например, за 2016 г. на экспорт белорусского пива было поставлено 83,9 млн литров – на 29,899 млн долларов. Из этого объема 64,6 млн литров ушло в страны СНГ, а именно – 45,8 млн литров в Россию и 18,8 млн литров в Украину. А также в Литву 19,3 млн литров.

Сточные воды пивоваренных заводов образуются от мытья, замачивания и проращивания сырья (ячмень, пшеница и т. д.), от мытья технологического оборудования, котлов для варки суслу, бродильных чанов, продольных чанов и котлов, бочек, бутылок, полов, стен, от разделения хмеля и суслу, от пролива, разлива пива, от охлаждения суслу и пива, а также от других технологических процессов. Количество сточных вод и концентрации их загрязняющих веществ в их составе зависят от принятой на данном предприятии технологии производства пива.

На пивоваренных заводах с холодильной установкой, имеющих солодовни, на 1 м³ готового пива количество сточных вод составляет 15 м³ на заводах производительностью 10 млн литров в год и 12,8 м³ – производительностью 30 млн. литров в год.

Сточные воды предприятий пивоваренной промышленности следует отнести к разряду концентрированных. Наиболее загрязненными являются сточные воды, образующиеся при мытье и замачивании зерна, от отработанного хмеля, от мытья фильтрующей массы после фильтрования суслу и отмытия отработанных дрожжей. Такие сточные воды характеризуются высоким содержанием загрязнений по взвешенным веществам – 10 000–15 000 мг/дм³, по БПК₅ – 5 000–10 000 мгО₂/дм³. Эти воды составляют примерно 27 % от общего количества сточных вод, формируемых на предприятии. Остальные сточные воды загрязнены взвешенными веществами незначительно: 90–200 мг/дм³ и БПК₅ – 20–40 мгО₂/дм³, по величине водородного показателя рН они могут быть отнесены к слабокислым.

В целом сточные воды предприятий пищевой промышленности относятся к категории высококонцентрированных, с преобладанием органических загрязнений. Они содержат многочисленные и различные по природе загрязнения: жир, молоко, чешую, шерсть, кровь, кусочки тканей животных, соли, минеральные нерастворимые примеси, моющие средства и др. Эти воды характеризуются высокими показателями БПК, ХПК, взвешенных веществ, железа общего, жиров и др.

При сбросе производственных сточных вод в городскую хозяйственно-фекальную канализацию с последующей транспортировкой на коммунальные очистные сооружения, возникает необходимость в создании на территории предприятий локальных очистных сооружений для предварительной очистки производственных сточных вод.

Наилучшие доступные технические методы (НДТМ) являются инструментом контроля и предотвращения отрицательного воздействия на окружающую среду хозяйственной деятельности с учетом особенностей конкретной отрасли промышленности.

В Европейском союзе разработка справочных руководств по НДТМ осуществляется по двум направлениям:

– «вертикальные» или отраслевые НДТМ, разрабатываемые для отраслей, оказывающих комплексное воздействие на окружающую среду;

– «горизонтальные» или межотраслевые НДТМ, разработка которых охватывает технологии, характерные для любого промышленного производства.

В настоящее время в ЕС разработано 34 справочных руководства по НДТМ, из которых 28 «вертикальных» и 6 «горизонтальных». При этом, вопросы пищевой промышленности затронуты в следующих как в «вертикальных», так и в «горизонтальных» справочных руководствах по НДТМ.

В справочных руководствах, помимо НДТМ, содержится описание основных методов производства, применяемых сырья, химических веществ и реагентов, обуславливающих образование сточных вод и наличие тех или иных загрязняющих веществ в их составе, характерных для данного производства и НДТМ для данного производства, применение которых позволяет предприятию минимизировать загрязнение и снизить его поступление в окружающую среду.

С 2015 г. работы по внедрению комплексных природоохранных разрешений и наилучших доступных технологий (НДТ) ведутся и в Российской Федерации (РФ). Федеральным законом «Об охране окружающей среды» определены основные требования по разработке НДТ в РФ. Правительством РФ в 2014 г. утвержден поэтапный график разработки 47 отраслевых справочников НДТ в 2015–2017 гг. и определены ответственные за их разработку.

С 2009 г. в Беларуси реализуется Национальная стратегия внедрения комплексных природоохранных разрешений на 2009–2020 годы, определяющая задачи и перспективные направления деятельности по внедрению комплексных природоохранных разрешений (КПР), и НДТМ, как механизма комплексного предотвращения и контроля загрязнения окружающей среды. В основополагающих законодательных актах в области охраны окружающей среды установлена необходимость внедрения природопользователями НДТМ.

Указом Президента Республики Беларусь «О комплексных природоохранных разрешениях» определены объекты, оказывающие комплексное воздействие на окружающую среду, для которых внедрение НДТМ является первоочередным.

В целях внедрения природопользователями НДТМ создан Центр по наилучшим доступным техническим методам, который осуществляет сбор, адаптацию и распространение информации о НДТМ, а также разработку национальных пособий по НДТМ, включающих сведения о применимых в Беларуси НДТМ на основе соответствующих справочных руководств по НДТМ Европейского союза, США и других государств. Анализ имеющихся НДТМ в Беларуси, других государствах и выводы об экономических и экологических аспектах для каждого наилучшего доступного технического метода разрабатываются межведомственной временной рабочей группой, в состав которой входят специалисты республиканских органов государственного управления, научно-исследовательских институтов, организаций, занимающихся проектированием, предоставлением услуг в области охраны окружающей среды, иных заинтересованных организаций.

ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ PROBLEMS OF RELIABILITY ECOLOGICAL SYSTEMS

Ю. А. Кутлахмедов, И. В. Матвеева, В. А. Гроза
Yu. Kutlakhmedov, I. Matveeva, V. Groza

Национальный авиационный университет, Киев, Украина
ecoetic2017@gmail.com
National Aviation University, Kiev, Ukraine

Представлен и обоснован подход об использовании теории и моделей надежности сложных систем к оценке надежностных характеристик экосистем разной сложности. Оценивается надежность транспорта загрязнителей (в частности, радионуклидов) по экосистемам от окружающей среды к биоте и к людям. Однако этот подход не отображает всех свойств экосистемы, но позволяет оценивать важнейшую функцию экосистемы как «поставщика» загрязнителей через структуру экосистемы к людям и в биоту. Нам удалось впервые предложить и описать критерий для такой оценки надежности каждого из компонент экосистемы, через показатель радиационной емкости.

The report presents and substantiates a passage on the use of the theory and reliability models of complex systems to the assessment of the reliability characteristics of ecosystems of different complexity in our opinion is very promising. The report deals, in particular, with assessments of the reliability of the transport of pollutants (in particular, radionuclides) by ecosystems from the environment to biota and to people. Of course, this approach does not reflect all the properties of ecosystem, but allows one to assess the most important function of ecosystem as a “supplier” of pollutants through the structure of the ecosystem to humans and biota. We were able for the first time to propose and describe the criterion for such an assessment of the reliability of each of the ecosystem components through the radiation capacity indicator.

Ключевые слова: радиоемкость компонентов экосистем, надежность транспорта загрязнителей (радионуклидов) от окружающей среды к людям.

Keywords: radioactivity of ecosystem components, the reliability of the transport of pollutants (radionuclides) from the environment to people.

В предлагаемом исследовании в терминах камерных моделей разных типов экосистем удалось обосновать и оценить надежность каждого из компонент экосистемы (камер) как вероятность удержания и транспорта загрязнителей в данной камере, через отношение суммы скоростей поступления загрязнителей в каждую из камер, отнесенную к сумме скоростей поступления и оттока загрязнителей из данной камеры в сопряженные с ней другие камеры рассматриваемой экосистемы [1]. Так, мы предлагаем через такой показатель оценивать надежность удержания загрязнителей в каждой из камер экосистемы. Затем, описывая блок-схему камерной модели экосистемы, мы предлагаем рассматривать экосистему, как систему надежности транспорта загрязнителей (например, радионуклидов) от источника до биоты экосистем, а также до людей использующих данную экосистему, как источник воздуха, воды и пищевых продуктов [2].

Речь идет, в частности, об оценках надежности транспорта загрязнителей (в частности, радионуклидов) по экосистемам от окружающей среды к биоте и к людям. Нам удалось впервые предложить и описать критерий для такой оценки надежности каждого из компонент экосистемы через показатель радиационной емкости.

1. Рассмотрим данный подход на примере использования надежностного подхода к конкретной озерной экосистеме [3]. Проиллюстрируем перспективы и особенности данного подхода на простом примере конкретной