



*На правах рукописи*

**Пузанова Любовь Николаевна**

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
СУБСТРАТА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
СВЕКЛОСАХАРНЫХ ЗАВОДОВ**

**(на примере ОАО «Сахарный комбинат «Льговский»)**

03.00.16 – Экология

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук**

2009

Курск – 2009

Диссертационная работа выполнена в ГНУ Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности Россельхозакадемии

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **Стифеев Анатолий Иванович**

Официальные оппоненты: доктор химических наук,  
профессор **Жукова Людмила Алексеевна**

доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **Жигин Юрий Иванович**

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии

Защита состоится 20 ноября 2009 г. в «10» часов на заседании диссертационного совета Д 220.040.01 при ФГОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова» по адресу: 305021, г. Курск, ул. К.Маркса, 70

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова», с авторефератом – на сайте <http://www.kgsha.ru>

Автореферат разослан и размещен на сайте 19 октября 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Засорина Э.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** До настоящего времени система землепользования ориентировалась главным образом на задачи производства, что может привести к возникновению экологических проблем. Особенно ярко это может проявиться в сахарной промышленности, т.к. при производстве сахара используются земельные площади для организации очистных сооружений (в среднем от 70 до 100 га для одного предприятия). Использование земельных площадей сахарными заводами в ближайшие годы может послужить причиной для получения значительного экономического ущерба в связи с ростом стоимости земли, т.к. наблюдается тенденция повышения арендной платы за землю, находящейся под полями фильтрации.

На сахарных заводах существует еще одна проблема, это образование в огромных количествах отходов производства, которые при их размещении в окружающей среде являются источником ее загрязнения, ухудшают санитарно-эпидемиологические и эстетические качества природы. Одним из возможных путей решения данных проблем является утилизация отходов, т.е. возвращение их в материальный круговорот, что имеет важное экологическое, экономическое и энергосберегающее значение. При этом наиболее привлекательным направлением использования органосодержащих отходов сахарного производства является их применение в качестве нетрадиционных удобрений при выращивании сельскохозяйственной продукции, что в свою очередь, является целесообразным и с агрономической точки зрения.

Снижение негативного воздействия на окружающую среду может быть достигнуто двумя способами. Первый способ предлагает применение природоохранных мероприятий по уменьшению площадей очистных сооружений для возврата их в сельскохозяйственный оборот. Второй способ основан на использовании в агроэкосистеме нетрадиционного удобрительного материала на очистных сооружениях возвращаемых в сельскохозяйственный оборот.

Изучение возможности возврата очистных сооружений сахарных заводов для выращивания сельскохозяйственных культур и использование при этом нетрадиционных удобрений, должны сопровождаться комплексными исследованиями, которые позволят оценить агрохимические и биологические свойства субстрата очистных сооружений, влияние мелиоранта на продуктивность агрофитоценоза.

**Цель и задачи исследований.** Целью исследования явилось изучение агрохимических и биологических свойств субстрата очистных сооружений сахарного завода ОАО «Сахарный комбинат Львовский» с целью создания на их поверхности агроценозов.

В программу исследований входило решение следующих задач:

- 1) изучить физико-химические свойства и плодородие субстрата очистных сооружений сахарного завода ОАО «Сахарный комбинат Львовский»;
- 2) провести агроэкологическую оценку вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства;
- 3) определить биологическую активность почв и субстрата очистных сооружений;
- 4) провести агробиологическую оценку возделывания ячменя на субстрате очистных сооружений;
- 5) изучить засоренность посевов и урожайность ячменя;
- 6) определить энергетическую и экономическую эффективности возделывания ячменя на субстрате очистных сооружений сахарного завода;

**Научная новизна** диссертационного исследования заключается в том, что впервые проведена агроэкологическая оценка субстрата очистных сооружений сахарного завода и доказана возможность возврата их в сельскохозяйственный оборот.

**Практическая значимость работы.** Результаты экспериментальных исследований являются основой для разработки мероприятий по введению субстрата очистных сооружений в сельскохозяйственный оборот. Результаты исследований могут использоваться производителями сельскохозяйственной продукции, компаниями, работающими на рынке сахара, сахарными заводами.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту.**

1. Вторично-сырьевые ресурсы благоприятны для функционирования агроэкосистем и будут способствовать возврату очистных сооружений в сельскохозяйственный оборот.
2. Применение жома в качестве мелиоранта, при норме внесения 20 т/га на субстрат очистных сооружений улучшает условия роста и развития ячменя, увеличивает урожайность на 0,9 т/га.
3. Использование жома в качестве мелиоранта повышает уровень рентабельности производства сельскохозяйственных культур (ячменя) на 57,6%.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались на Всероссийской научно-практической конференции КГСХА «Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса» (Курск, 2007), Всероссийской научно-практической конференции ПГСХА «Состояние биосферы и здоровья людей» (Пенза, 2007), Международной научно-практической конференции ГНУ РНИИСП (Курск 2006, 2007), Всероссийской конференции Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции РАСХН (Углич, 2009).

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и предложений производству, списка литературы, включающего в

себя 174 наименований и 9 приложений. Объем работы – 117 страниц. Основной текст содержит 17 таблиц и 6 рисунков.

**Организация исследований и личный вклад автора.** Автором работы сформулированы задачи и программа исследований, изучены агрофизические и агрохимические свойства субстрата очистных сооружений сахарного завода, проведены полевые исследования, собраны, обработаны и анализированы данные, используемые при написании диссертационной работы.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 14 работ, из них 1 статья – в рецензируемом журнале перечня ВАК РФ.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, формируются цель и задачи исследования, определяется его научная новизна, раскрывается практическая значимость полученных результатов, определяются выносимые на защиту основные положения диссертационной работы. В первой главе «Степень изученности вопроса» (краткий обзор литературы) приведен обзор литературных источников об образовании вторично серьевого ресурса, отходов в сахарной промышленности и их использование в различных отраслях. Исследованиями многих ученых (Прянишников, 1963; Бровкина, 1967; Флейман, 1984; Фирсов, 2004; Житин, 2007 и др.) установлено, что отходы сахарного производства находят широкое применение в сельском хозяйстве, медицине, фармакологии, кондитерской промышленности.

Основным побочным продуктом при получении сахара из свеклы является жом, образование которого составляет 83% к массе переработанной свеклы. В состав жома входят пектиновые вещества, клетчатка, гемицеллюлоза, небольшое количество белка, минеральных веществ и сахара. В жоме обнаружены микроэлементы: барий, свинец, бор, железо, кобальт, медь, молибден. Свекловичный жом не содержит тяжелых металлов и семян сеgetальных растений (Стекольников, Антименкова, 2005).

Следующим по объему образованию в ряду вторичных сырьевых ресурсов стоит фильтрационный осадок, образование которого составляет 12% к массе переработанной свеклы. Фильтрационный осадок (ТУ 9112-005-00008064-95) содержит в своем составе около 40-80% карбонатов кальция и магния, 0,2-0,7% азота, 0,5-0,7% калия и до 30% органического вещества. Фильтрационный осадок является высокоэффективным известковым удобрением. В сухом фильтрационном осадке содержится: извести – 60-80%, органического вещества – 10-15% (в навозе 21%), фосфора – 0,5-1% (в два раза больше, чем в навозе).

Очистные сооружения сахарных заводов относятся к сооружениям почвенного метода очистки сточных вод, при котором происходит окисление органических соединений, содержащихся в сточных водах, при участии разнообразных почвенных организмов. Эффективность работы очистных сооружений зависит от уровня технического обслуживания.

На основании выполненного анализа выявлено, что на сахарных заводах образуется большое количество отходов, которые загрязняют почву при складировании на очистных сооружениях, увеличивая техногенное воздействие на окружающую среду. Перед сахарными заводами стоит задача уменьшить количество отходов, применяя их в различных отраслях производства, а освобожденные земли использовать для создания агроценозов. Для этого необходимо провести агроэкологическую оценку субстрата очистных сооружений сахарного завода.

Во второй главе «Объекты, методика и условия проведения исследований» приведены основные природно-территориальные составляющие Льговского района Курской области. Отмечено, что землепользование района находится в центральной части Курской области с площадью 1030 км<sup>2</sup>. На территории Льговского района расположен ОАО «Сахарный комбинат Льговский», производственная мощность которого составляет около 2 тыс. тонн переработки свеклы в сутки. В качестве очистных сооружений на заводе применяются поля фильтрации, общей площадью около 120 га.

Использование земельных площадей для организации очистных сооружений представляет не только экологическую проблему, но в ближайшие годы может послужить причиной для получения значительного экономического ущерба сахарными заводами в связи с ростом стоимости земли, т.к. наблюдается тенденция повышения арендной платы за землю, находящейся под полями фильтрации.

В исследованиях, проведенных в 2006 – 2008 годах, изучали условия роста и продуктивности ячменя, возделываемого на субстрате очистных сооружений сахарного завода ОАО «Сахарный завод Льговский». В качестве традиционных условий выращивания сельскохозяйственных культур, рассматривались пахотные земли ООО «Львовагроинвест», расположенного в 5 км от завода.

Посев семян ячменя проводили в оптимальные для исследуемой в опыте культуры сроки. Для посева использовали семена сорта «Суздалец», выведенный Курским НИИ агропромышленного производства совместно с Владимирским НИИ сельского хозяйства

Опыты были заложены по следующей схеме:

1. Контроль (естественные угодья)
2. Субстрат очистных сооружений
3. Субстрат очистных сооружений + жом 10 т/га

4. Субстрат очистных сооружений + жом 15 т/га

5. Субстрат очистных сооружений + жом 20 т/га

Площадь учетной делянки 140 м<sup>2</sup>, повторность 3-х кратная, норма высева 220 кг/га. Размещение вариантов систематическое.

Отход свеклосахарного производства (жом) вносили осенью под основную обработку почвы.

Наблюдения за ростом и развитием культуры и лабораторные анализы проводили в соответствии с методикой и рекомендациями, принятыми в научно-исследовательских учреждениях (Е.В. Аринушкина, 1961; Б.А. Ягодин, 1987; Б.А. Доспехов и др., 1987; В. Д. Моисейченко и др., 1996).

Для определения структуры урожая за один-два дня до начала уборки ярового ячменя с каждой делянки отбирали по 4 сноповых образца. После просушки снопов определяли: число растений на квадратном метре, куститость общую и продуктивную, высоту растений, число зерен в колосе, масса 1000 зерен, натуру.

Пересчет зерна проводили на 14% влажность и 100% чистоту.

В зерне ярового ячменя определяли содержание сырого белка - умножение количества общего азота на коэффициент 5,7, крахмала - поляриметрическим методом (по Эверсу), экстрактивных веществ (ГОСТ 12136-77), плечатость (ГОСТ 10846-76), натуру зерна (ГОСТ 10840-76), массу 1000 зерен (ГОСТ 10842-76).

Содержание гумуса в почве определяли по методу Тюрина согласно ГОСТ 262130-91, определение щелочногидролизуемого азота по методу Корнфильда, подвижного фосфора и обменного калия - по Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91), определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91), сумму поглощенных оснований по Каппену-Гальковицу (Агрохимические исследования почв, 1975). Реакцию почв определяли потенциометрическим методом. Анализ растительного материала производили по методикам Ягодина и др. (1987), Кауричева (1986). Видовой состав сорных растений, численность, массу сырых растений определяли с помощью учетных рамок площадью 1 м<sup>2</sup> (Исаев, 1990).

Морфологию антропогенных почв описывали по Розанову (1970). Почвенные разрезы закладывались в наиболее типичных местах, что позволило изучить полный профиль почв с вскрытием всех горизонтов до глубины 1,5-1,8 м.

Анализ тяжелых металлов в отходах сахарного производства проводили методом атомно-адсорбционной спектроскопии на ААС-30.

Вегетационные опыты проведены в оранжерее ГНУ РНИИСП в соответствии с общепринятой методикой (Методика, 1967). Повторность в опытах четырехкратная.

Энергетическую оценку проводили по методике ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Володин, 1999).

Экспериментальные данные обработаны статистически (Доспехов, 1985), с помощью программы Statistica 5,5 for Windows.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Характеристика серых лесных почв прилегающих к ОАО «Сахарный комбинат Льговский»**

Территория завода ОАО «Сахарный комбинат Льговский» расположена на серых лесных почвах, которые имеют дифференцированный по элювиально-иллювиальному типу почвенный профиль. Анализ физических свойств почв показал, что плотность сложения верхнего гумусового слоя (0-36 см) составляет от 0,97 до 1,45 г/см<sup>3</sup>, плотность твердой фазы от 2.60 до 2.66 г/см<sup>3</sup>.

Агроэкологические свойства серых лесных почв, прилегающих к Льговскому сахарному заводу, свидетельствуют о том, что содержание гумуса в слое 0-36 см составляет 2,78%, реакция среды слабокислая (рН – 5,6), сумма обменных оснований 20,0 м-экв/100 г, количество подвижных элементов питания азота, фосфора и калия невысокое и составляет соответственно 99,9 мг/кг, 90,5 и 112,0 мг/кг. С глубиной количество гумуса и элементов питания резко убывает и в слое 115 см количество гумуса составляет 0,60%, азота, фосфора и калия соответственно до 3,3 мг/кг, 9,1 и 91,2 мг/кг.

Таким образом, по основным физическим и агрохимическим свойствам серые лесные почвы Льговского района характеризуются относительно невысоким плодородием.

### **Агроэкологическая характеристика отходов свеклосахарного производства**

Рассматривая основные крупнотоннажные отходы свеклосахарного производства (жом, фильтрационный осадок) по содержанию веществ, необходимых для нормального функционирования агроэкосистем необходимо отметить, что основным компонентом фильтрационного осадка, обуславливающим его мелиоративные свойства, является углекислый кальций. Органическое вещество, содержание которого достигает 12%, положительно влияет на почвенное плодородие.

Влажность жома, достигающая 91,0% создает определенные трудности для внесения его на поля – высокие затраты на транспортировку и равномер-



ность распределения по площади. По содержанию органического вещества свекловичный жом превосходит фильтрационный осадок на 74,0%. Реакция фильтрационного осадка – щелочная, что обеспечивает нейтрализацию почвенной кислотности. Что касается свекловичного жома, то он быстро подкисляется с 5,20 до 3,50 из-за присутствия в нем около 2% сахарозы. По содержанию основных элементов питания в нем (азота, фосфора, калия) различия незначительные.

Таким образом, свекловичный жом и фильтрационный осадок по основным агрохимическим показателям может быть использован для создания агроэкосистем.

### **Содержание тяжелых металлов в отходах свеклосахарного производства**

Современная технология возделывания сахарной свеклы исключает применение ручного труда. Для борьбы с сорной растительностью, болезнями и вредителями используются различные пестициды, которые содержат соли тяжелых металлов. Кроме того, технология производства сахара связана с применением различных ингредиентов, которые также могут содержать токсиканты (пеногасители, антинакипины, флокулянты, антимикробные вещества). В этой связи, нами проводился анализ отходов свеклосахарного производства (жома и фильтрационного осадка) на содержание тяжелых металлов, при котором выявлено, что жом не содержит тяжелых металлов, а в фильтрационном осадке обнаружено повышенное содержание кадмия - 1,4 ПДК, по другим показателям превышения не наблюдалась.

### **Агроэкологическая оценка субстрата очистных сооружений**

Очистные сооружения ОАО «Сахарный комбинат Львовский» эксплуатируются на протяжении 59 лет. Почвы на которых располагаются очистные сооружения сахарных заводов (в дальнейшем субстрат) вследствие увеличения антропогенной нагрузки изменили свои первоначальные свойства и значительно отличаются от типичных для данного района почв.

Для изучения морфологического строения субстрата очистных сооружений закладывали два разреза, расположенных на типичном для данной местности рельефе. Расстояние между разрезами было 0,5 км. Агрофизические свойства субстрата очистных сооружений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Агрофизические показатели субстрата очистных сооружений

Глубина взятия об- разца, см	Плот- ность сложе- ния	Плотность твердой фазы	Общая пористость, %	Грануломе- трический состав
0-20	1,13	2,50	54,8	Средний суглинок
20-40	1,22	2,52	51,6	Средний суглинок
40-60	1,26	2,56	50,8	Средний суглинок
60-80	1,35	2,62	48,4	Средний суглинок
80-100	1,5	2,67	43,8	Средний суглинок
100-120	1,67	2,72	38,6	Средний суглинок
НСР <sub>05</sub>	0,02	0,021		

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что плотность сложения субстрата очистных сооружений составляет 1,13 г/см<sup>3</sup> (слой 0-20 см), с глубиной плотность сложения несколько возрастает и составила 1,5...1,67 г/см<sup>3</sup> (слой 80-120 см). Плотность твердой фазы изменяется незначительно и соответственно составляет 2,50 г/см<sup>3</sup> и 2,72 г/см<sup>3</sup>. Соответственно, общая пористость имеет тенденцию к уменьшению от верхнего слоя почв 54,8% (слой 0-20 см) и до 38,6 (слой 100-120 см). В таблице 2 представлены агрохимические показатели субстрата очистных сооружений.

Таблица 2 – Агрохимические показатели субстрата очистных сооружений

Глубина, см	Органическое вещество, %	pH <sub>Kcl</sub>	Нг	S	Подвижные, мг/кг		
					м-экв/100 г	NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
0-20	3,57	8,0	0,31	45,3	148,5	229,0	404,0
20-40	3,19	8,1	0,24	46,1	145,7	166,0	379,0
40-60	3,25	8,2	0,21	47,0	147,1	181,0	384,0
60-80	3,22	8,3	0,21	47,2	124,2	239,0	328,0
80-100	1,64	8,4	0,19	48,0	105,7	169,0	343,0
100-120	1,22	8,4	0,19	48,0	74,2	65,0	192,0
НСР <sub>05</sub>	0,033	0,197	0,014	0,594	1,146	4,270	5,359

Агрохимические свойства субстрата (табл.2) свидетельствуют о том, что содержание органического вещества колеблется от 3,57% (слой 0-20 см) до 3,22% (слой 60-80 см), с последующей глубиной наблюдается резкое его снижение до 1,22 % (слой 100-120 см). Реакция почвенной среды щелочная. Гид-

ролитическая кислотность очень низкая (0,31-0,19 м-экв/100 г почвы), сумма обменных оснований весьма высокая и с глубиной незначительно возрастает от 45,3 м-экв/100 г (слой 0-20 см) до 48,0 м-экв/100 г (слой 100-120 см). Обеспеченность биофильными элементами очень высокая и составляет в слое 0-20 см: легкогидролизуемый азот 148,5 мг/кг; подвижный фосфор – 229,0 мг/кг и обменный калий – 404,0 мг/кг. С глубиной содержание элементов питания постепенно убывает.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать заключение, что субстрат очистных сооружений обладает благоприятными физическими, агрохимическими свойствами и высоким потенциальным плодородием.

### Биологическая активность почв и субстрата очистных сооружений по вариантам опыта

Одним из наиболее часто применяемых показателей, используемых для характеристики биологической активности почвы, является скорость разложения целлюлозы. В нашем опыте интенсивность разложения целлюлозы в почве определялась методом аппликации. Результаты определения целлюлозоразрушающей активности приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Целлюлозоразрушающая активность микроорганизмов по вариантам опыта

Варианты опыта	Степень разложения клетчатки, %			Среднее, %	Отклонение к контролю, %
	2006 г.	2007 г.	2008 г.		
Контроль (естественные угодья)	24,5	22,8	28,3	25,2	100,0
Субстрат очистных сооружений	19,4	18,2	22,8	20,1	79,8
Субстрат очистных сооружений +жом 10 т/га	28,6	26,8	33,4	29,6	117,5
Субстрат очистных сооружений +жом 15 т/га	30,7	27,5	35,7	31,3	124,2
Субстрат очистных сооружений +жом 20 т/га	37,4	35,1	43,6	38,7	153,6
НСР <sub>05</sub>	1,9	2,46	2,64		

Показатели биологической активности по вариантам опыта свидетельствуют о том, что процент разложения льняного полотна на вариантах с внесением жом был выше. Наблюдалась прямая зависимость между нормой внесения телиоранта и целлюлозоразрушающей активностью. Так, на варианте с внесе-

нием жом в количестве 20 т/га активность микроорганизмов возрастала на 53%, а при внесении 10 т/га и 15 т/га на 17 и 24% соответственно.

Таким образом, жом, как мелиорант, значительно увеличил содержание органического вещества в почве, что привело к увеличению целлюлозоразрушающей активности.

#### Полевой опыт с ячменем

Большой интерес для нас представляло определение продуктивности ячменя, выращенного на субстрате очистных сооружений и в естественных условиях. Для этого ежегодно (2006-2008 гг.) закладывался полевой опыт на специально отведенной территории очистных сооружений, площадью 0,5 га. Подготовительные операции проводились согласно общепринятой технологической схеме подготовки почвы для яровых культур. Благоприятные погодные условия позволили провести посев культуры в оптимальные сроки (15 апреля). Для уборки использовали зерноуборочный комбайн СК-5М "Нива". Урожайность ячменя по вариантам опыта 2006-2008 гг. представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Урожайность ячменя по вариантам опыта 2006-2008 гг.

Варианты опыта	Урожайность ячменя, т/га				Отклонение к контролю	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Среднее за 3 года	т/га	%
Контроль (естественные угодья)	1,63	1,82	1,65	1,70	-	100
Субстрат очистных сооружений	1,54	1,68	1,64	1,62	-0,08	95
Субстрат очистных сооружений +жом 10 т/га	2,05	2,26	2,14	2,15	0,45	126
Субстрат очистных сооружений +жом 15 т/га	2,41	2,43	2,27	2,37	0,67	139
Субстрат очистных сооружений +жом 20 т/га	2,54	2,70	2,56	2,60	0,9	153
НСР <sub>05</sub>	0,062	0,076	0,067			

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что урожайность ячменя заметно отличалась по вариантам опыта. Минимальная продуктивность ячменя была отмечена при выращивании его на субстрате очистных сооружений и составляла в среднем 1,62 т/га. На вариантах с внесением жом урожайность зерна ячменя была несколько выше и достигла максимального значения при норме его внесения 20 т/га.

Таким образом, использование жома в качестве мелиоранта является перспективным агроприемом при выращивании ячменя на субстрате очистных сооружений сахарных заводов.

В лабораторном опыте получены аналогичные результаты, подтверждающие данные полевого опыта.

### Структура и качество зерна ячменя по вариантам опыта

Биохимический состав зерна ячменя формируется под влиянием комплекса факторов внешней среды обитания растений - уровня плодородия почвы, условий увлажнения, солнечной инсоляции и температурного режима, мелиоративных приемов и т.д.

Данные наших исследований, полученные в 2006-2008 годах показали (табл. 5), что внесение жома на очистных сооружениях сахарного завода значительно улучшало условия произрастания ячменя. Это проявлялось в увеличении кустистости, урожайности и улучшении качества зерна в сравнении с вариантом без внесения жома.

Так, внесение жома в различных дозах по вариантам опыта повышало количество продуктивных стеблей на  $1 \text{ м}^2$  на 3-9 шт., количество зерна в колосе на 1,6-2,4 шт., массу зерна на 3-12 г в сравнении с субстратом очистных сооружений. Следует отметить, что внесение жома в дозе 20 т/га на очистных сооружениях обеспечило продуктивность ячменя выше, чем на контрольном варианте: продуктивных стеблей на 4 шт., количество зерна в колосе на 1,3 т., массу зерна на 8 г/л.

Таблица 5 – Элементы структуры урожая ячменя 2006-2008 гг.

Варианты опыта	Количество растений, шт/м <sup>2</sup>	Количество стеблей, шт/м <sup>2</sup>		Число зерен в колосе, шт	Масса зерна, г/л
		общее	продуктивных		
Контроль (естественные угодья)	484	794	560	20,6	683
Субстрат очистных сооружений	482	795	555	19,5	679
Субстрат очистных сооружений +жом 10 т/га	483	798	558	20,1	682
Субстрат очистных сооружений +жом 15 т/га	486	801	558	21,1	687
Субстрат очистных сооружений +жом 20 т/га	488	810	564	21,9	691

Анализируя качество зерна ячменя (табл. 6) надо также отметить положительное действие жома. Он улучшает агрофизические, химические и биологи-

ческие свойства субстрата, увеличивает содержание элементов питания для растений. Так, при внесении жома по вариантам опыта, наблюдалось увеличение массы 1000 зерен с 43,1 г на варианте без внесения мелиоранта до 45,3 г при норме внесения 20 т/га, что на 1,4 г выше контроля. Аналогичная закономерность прослеживается по содержанию белка в зерне ячменя. Содержание крахмала и экстрактивных веществ снижалось с 65,27% и 79,65% на контроле до 62,11% и 75,94% на варианте с внесением жома 20 т/га. Пленчатость, также как и содержание белка увеличивается по вариантам опыта.

Таблица 6 – Показатели качества ячменя по вариантам опыта

Варианты опыта	Масса 1000 зерен, г	Содержание %		Экстрак- тивные вещества, %	Пленча- тость, %
		Белок	Крахмал		
Контроль (естественные угодья)	43,9	9,6	65,27	79,65	8,57
Субстрат очистных сооружений	43,1	9,4	62,76	76,59	8,41
Субстрат очистных сооружений + жом 10 т/га	43,5	9,5	64,64	78,88	8,49
Субстрат очистных сооружений + жом 15 т/га	44,1	10,9	62,40	76,26	8,83
Субстрат очистных сооружений + жом 20 т/га	45,3	12,4	62,11	75,94	9,06

Таким образом, внесение жома в качестве мелиоранта на очистных сооружениях, имеющих щелочную реакцию среды и обедненных органическим веществом, значительно улучшает условия произрастания сельскохозяйственных культур (ячменя).

#### Энергетическая и экономическая оценка агроценозов

При анализе степени интенсификации сельскохозяйственного производства широко используют энергетическую оценку, как наиболее обобщенный и объективный показатель в плане международной системы единиц измерения. Проведенные нами подсчеты показали (табл. 7), что внесение жома в различных дозах по вариантам опыта значительно улучшило условия произрастания ячменя, что выразилось в увеличении продуктивности надземной массы культуры. На вариантах с внесением жома коэффициент энергетической эффективности возрастал вместе с увеличением количества вносимого жома. На варианте без внесения жома коэффициент энергетической эффективности снизился в

сравнении с контролем на 0,08 и составил 1,74. Аналогичная закономерность прослеживается с показателем энергоёмкости. Максимальное значение энергоёмкости наблюдается на варианте без внесения мелиоранта (жом), а минимальное на варианте с внесением жома в норме 20 т/га.

Таблица 7 – Биоэнергетическая оценка посевов ячменя по вариантам опыта

Варианты опыта	Продуктивность, т/га (зерно + солома)	Энергия надземной массы, Мдж/га	Антропогенная невозобновляемая энергия, Мдж/га	Энергоёмкость, 1 т, Мдж/т	Коэффициент энергетической эффективности
Контроль (естественные угодья)	1,70/1,87 3,57	67509	3704	1038	1,82
Субстрат очистных сооружений	1,62/1,79 3,41	64482	3704	1086	1,74
Субстрат очистных сооружений +жом 10 т/га	2,15/2,68 4,83	91273	4986	1032	1,83
Субстрат очистных сооружений +жом 15 т/га	2,37/2,96 5,33	100720	5307	996	1,90
Субстрат очистных сооружений +жом 20 т/га	2,60/3,32	112005	5627	951	1,99

Анализ показателей энергетической оценки показал, что наиболее высокий коэффициент энергетической эффективности обеспечивали варианты опыта с внесением мелиоранта (жом) в количестве 15 т/га и 20 т/га.

Расчёт экономической эффективности возделывания ячменя по вариантам опыта приведен в таблице 8, данные свидетельствуют о том, что применение жома на субстрате очистных сооружениях в качестве мелиоранта позволяет не только повысить урожайность ячменя до 2,60 т/га (жом – 20 т/га) но и улучшить все экономические показатели. Так, себестоимость 1 т ячменя снизилась соответственно с 2065,0 руб до 1684,0 – 1480,0 руб. Соответственно увеличился чистый доход. Уровень рентабельности на очистных сооружениях без мелиоранта был ниже (42,1 %), чем на контроле (45,2 %). Применение жома в качестве мелиоранта значительно повысило уровень рентабельности, который возрастал с 45,2 % (контроль) до 102,8 % (субстрат очистных сооружений +жом 20 т/га).

Таблица 8 – Экономическая эффективность возделывания ячменя по вариантам опыта, среднее за 3 года (расчет на 1 га)

Показатели	Варианты опыта				
	Контроль (естественные угодья)	Субстрат очистных сооружений	Субстрат очистных сооружений + жом 10 т/га	Субстрат очистных сооружений + жом 15 т/га	Субстрат очистных сооружений + жом 20 т/га
Урожайность, т	1,70	1,62	2,15	2,37	2,60
Стоимость продукции, руб	5100,0	4860,0	6450,0	7110,0	7800,0
Производственные затраты, руб	3510,0	3420,0	3620,0	3700,0	3845,0
В т.ч. дополнительно	–	–90,0	+110,0	+190,0	+335,0
Себестоимость, 1 т/руб	2065,0	2111,0	1684,0	1561,0	1480,0
Чистый доход, руб	1590,0	1440,0	2830,0	3410,0	3955,0
Уровень рентабельности, %	45,2	42,1	78,1	92,1	102,8

Таким образом, урожай сельскохозяйственных культур и экономические показатели их производства зависели от количества внесения мелиоранта. Наименьший урожай и уровень рентабельности был на варианте с субстратом очистных сооружений сахарного завода. При внесении в субстрат мелиоранта (жом) возрастала урожайность и соответственно увеличивался уровень рентабельности.

## ВЫВОДЫ

1. За производственный сезон на ОАО «Сахарный комбинат Львовский» образуется около 170 тыс. т свежего жома, 25 тыс. т фильтрационного осадка, 30 тыс. т транспортерно-моечного осадка.

2. Очистные сооружения сахарного завода ОАО «Сахарный комбинат Львовский» расположены на серых лесных почвах и эксплуатируются на протяжении 59 лет. Почвы под очистными сооружениями подвергаясь высокой техногенной нагрузке, претерпели ряд изменений в отличие от естественных серых лесных почв, что привело к накоплению в них отдельных биофильных элементов.



3. Отходы свеклосахарного производства (жом, фильтрационный осадок) обладают благоприятным сочетанием всех показателей, необходимых для функционирования агроэкосистем. Они содержат пектиновые вещества, клетчатку, белок, минеральные вещества, микроэлементы: бор, кобальт, молибден и др.

4. Внесение жома в качестве мелиоранта на субстрат очистных сооружений, имеющего щелочную реакцию среды и обедненного органическим веществом, значительно улучшают условия возделывания сельскохозяйственных культур (ячменя). Это проявлялось в увеличении кустистости, урожайности и улучшении качества зерна в сравнении с вариантом без внесения жома. Внесение жома в дозе 20 т/га на субстрат очистных сооружений обеспечивает продуктивность ячменя выше, чем на контрольном варианте: продуктивных стеблей на 1-2 шт., количество зерна в колосе на 1,3 шт., натуру зерна на 8 г.

5. Положительное действие жома проявляется в улучшении агрофизических, химических и биологических свойств субстрата, увеличении содержания элементов питания для растений, улучшении качества продукции. Так, при внесении жома по вариантам опыта, наблюдалось увеличение массы 1000 зерен с 43,1 г до 45,3 г, что на 1,4 г выше чем на контроле. Аналогичная закономерность прослеживается по содержанию белка в зерне ячменя. Содержание крахмала и экстрактивных веществ снижалось с 65,27% и 79,65% на контроле до 62,11% и 75,94% на варианте с внесением жома 20 т/га. Пленчатость, также как и содержание белка увеличивается по вариантам опыта.

6. Использование жома в качестве мелиоранта является перспективным агроприемом при выращивании на субстрате очистных сооружений сахарного завода сельскохозяйственных культур, например, ячменя.

7. Применение жома на очистных сооружениях в качестве мелиоранта не только повышает урожайность ячменя до 2,15 т/га (жом – 10 т/га) до 2,60 т/га (жом – 20 т/га) но и улучшает экономические показатели. Так, себестоимость 1 т ячменя снижается с 2065,0 руб до 1684,0 – 1480,0 руб, соответственно увеличивается чистый доход. Уровень рентабельности возрастает с 45,2 % на контроле до 102,8 % на варианте с применением жома (20 т/га).

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Сахарным заводам проводить мелиорацию субстрата очистных сооружений и использовать его для производства растениеводческой продукции.

2. Для улучшения питательного режима и увеличения микробиологической активности субстрата очистных сооружений сахарных заводов в качестве мелиоранта применять отход сахарного производства (жом) в дозе 20 т/га.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Спичак, В.В. Поля фильтрации свеклосахарных заводов как потенциальные земли сельскохозяйственного назначения / В.В. Спичак, Л.Н. Пузанова, Ю.В. Фильчаков // Сахарная свекла. – №6. – 2009. – С. 28–30.
2. Спичак, В.В. Актуальные вопросы экологической безопасности сахарного производства / В.В. Спичак, Л.Н. Пузанова, Е.П. Рыжкова // Сахар. – №1. – 2007. – С. 47–49.
3. Спичак, В.В. Эффективное использование вторичных сырьевых ресурсов сахарного производства / В.В. Спичак, В.М. Дудкин, П.А. Ананьева, Л.Н. Пузанова, В.Б. Остроумов // Хранение и переработка сельхозсырья. – №7. – 2007. – С. 73–76.
4. Спичак В.В. Новый способ очистки сточных вод / В.В. Спичак, Т.В. Поливапова, Л.Н. Пузанова // Сахар. – №6. – 2007. – С. 38–40.
5. Спичак, В.В. Эксплуатация и регенерация почв полей фильтрации сахарных заводов / В.В. Спичак, О.Г. Ревенков, Л.Н. Пузанова // Сахар. – №10. – 2008. – С. 62–64.
6. Егорова, М.И. Оценка экологичности производства сахара / М.И. Егорова, Л.Н. Пузанова, Е.П. Рыжкова // Хранение и переработка сельхозсырья. – № – 2009. – С. – .
7. Пузанова, Л.Н. Прогноз экологичности сахарной отрасли / Л.Н. Пузанова, Е.П. Рыжкова // Сахар 2006. Повышение эффективности работы сахарной промышленности: VI ежегодная междунар. науч.-практ. конф., г. Москва, 26–30 апреля 2006 г. – Москва: МГУПП, 2006. – С. 161–166.
8. Спичак, В.В. Актуальные вопросы экологической безопасности сахарного производства / В.В. Спичак, Л.Н. Пузанова // Приоритетные направления развития сахарного производства и их научное обеспечение: материалы междунар. науч.-практ. конф. ГНУ РНИИСП РАСХН, г. Курск, 22–23 июня 2006 г. – Курск: ГНУ Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности РАСХН, 2006. – С. 53–60.
9. Пузанова, Л.Н. Экологический анализ производства сахара / Л.Н. Пузанова, Е.П. Рыжкова // Труды РНИИСП. – Вып. 5. – Курск: РНИИСП. – 2006. – С. 46–51.
10. Пузанова, Л.Н. Экологические аспекты развития свеклосахарного комплекса / Л.Н. Пузанова // Стратегия развития свеклосахарного комплекса России: материалы междунар. науч.-практ. конф. ГНУ РНИИСП РАСХН, г. Курск, 6–7 июня 2007 г. – Курск: ГНУ Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности РАСХН, 2007. – С. 152–158.

11. Колотовченко, А.А. Анализ структуры и состава фильтрационного осадка свеклосахарного производства / А.А. Колотовченко, Л.Н. Пузанова // Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф., г.Курск, 20–22 марта 2007 г., ч.2. – Курск: Изд-во КГСХА, 2007. – С. 167–168.

12. Пузанова, Л.Н. Составляющие экологической безопасности сахарного производства / Л.Н. Пузанова, Е.П. Рыжкова // Состояние биосферы и здоровье людей: материалы междунар. науч.-практ. конф. ПГСХА, г. Пенза, август 2007 г. – Пенза: Изд-во ПГСХА, 2007. – С. 159–161.

13. Егорова, М.И. Экологичность производства сахара: состояние и перспективы / М.И. Егорова, Л.Н. Пузанова // Производство сахара: энерго- и ресурсосбережения: материалы междунар. науч.-практ. конф. ГНУ РНИИСП РАСХН, г. Курск, 4-5 июня 2008 г. – Курск: ГНУ Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности РАСХН, 2008. – С. 166–172.

14. Егорова М.И. Трансформация отходов производства сахара в условиях естественной биологической очистки / М.И. Егорова, Л.Н. Пузанова, Ю.В. Фильчаков: сбор. материалов Всерос. конф. Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции РАСХН “Современные биотехнологии переработки сельскохозяйственного сырья и вторичных ресурсов”, 9-10 сент. 2009 г., г. Углич. – Углич, 2009. – С.72–75.

Формат 60x84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.

Печать на копировальном аппарате КГСХА.

Усл. псч. л. 1,0. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз.