

на правах рукописи

**Кожухов Алексей Дмитриевич**

**Использование спиртовой барды в системе применения удобрений  
при возделывании кукурузы на силос в условиях чернозема  
выщелоченного Центрально-Черноземной зоны**

Специальность: 06.01.04 – агрохимия

**АВТОРЕФЕРАТ**

Диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Ставрополь – 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Орловский государственный аграрный университет»

**Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **Гурин Александр Григорьевич**

**Официальные оппоненты:** доктор сельскохозяйственных наук,  
заведующая отделом технологии  
Государственного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследователь-  
ский институт кукурузы РАСХН»  
**Багринцева Валентина Николаевна**

доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор кафедры агрохимии и  
земледелия ФГБОУ ВПО «Белгородская  
государственная сельскохозяйственная  
академия» **Лицуков Сергей Дмитриевич**

**Ведущая организация:** **Государственное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследователь-  
ский институт зернобобовых и крупяных  
культур» Россельхозакадемии**

Защита состоится 7 ноября 2013 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.062.03 при ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, ауд. 4, тел/факс 8(8652)-34-58-70.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет».

Автореферат размещен на официальном сайте ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» [www.stgau.ru](http://www.stgau.ru)

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

А.П. Шутко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Обеспечение продовольственной безопасности страны остается актуальной задачей. Значительная роль в ее решении принадлежит созданию кормовой базы для животноводства. Производство кукурузы в Центрально-Черноземной зоне России связывают с увеличением производства основной продукции животноводства: мяса и молока, т.к. ее посевы позволяют получать высокую урожайность зеленой массы.

Вместе с тем, производство силоса из кукурузы в значительной степени зависит от затрат на выращивание этой культуры. Современные высокоинтенсивные технологии в основном базируются на применении высоких доз минеральных удобрений, что в значительной степени увеличивает себестоимость кормов (Маматов, 1994; Загинайлов, Шевченко, 2011).

Использование альтернативных удобрений в виде отходов производства, обладающих агрохимически ценными качествами, позволит существенно снизить стоимость производства кукурузы. К таким видам относятся отходы спиртового производства. Спиртовая барда содержит необходимые для роста и развития сельскохозяйственных культур минеральные вещества. Однако научной и практической информации по использованию спиртовой барды в качестве органического удобрения в земледелии явно недостаточно. В тоже время, знания о влиянии спиртовой барды на изменение почвенных условий, продуктивность сельскохозяйственных культур и в частности кукурузы, важны в научном плане и имеют большую практическую ценность.

**Цель работы.** Разработка системы удобрений, посредством использования спиртовой барды в качестве органического удобрения на посевах кукурузы на силос в условиях чернозема выщелоченного Центрально-Черноземной Зоны.

### **Задачи исследований:**

- определить действие возрастающих доз спиртовой барды на агрохимические свойства и биологическую активность почвы;
- изучить особенности роста, физиологической и фотосинтетической деятельности культурных растений под воздействием доз внесения спиртовой барды;

- установить урожайность зеленой массы кукурузы и ее питательную ценность в зависимости от доз внесения спиртовой барды;
- определить экологическую безопасность производства кормов и дать экономическую оценку применению спиртовой барды в качестве альтернативного удобрения.

**Научная новизна.** Состоит в том, что автором проведена комплексная оценка использования отходов спиртового производства – барды на посевах кукурузы, возделываемой на силос в условиях чернозема выщелоченного Центрально-Черноземной Зоны. Получены новые данные об изменении качественных и количественных параметров плодородия почвы при разных дозах внесения спиртовой барды в виде основного удобрения и в виде подкормок. Выявлены процессы микробиологической деятельности почвенных микроорганизмов под воздействием спиртовой барды. Установлены закономерности изменения численности сеgetальных растений в агроценозе, а также закономерности физиологических и ростовых процессов растений кукурузы в зависимости от доз внесения спиртовой барды. Установлено улучшение качественных показателей кормовых достоинств зеленой массы кукурузы, экологическая безопасность зеленой массы кукурузы при использовании на кормовые цели.

**Достоверность** полученных результатов подтверждается большим количеством наблюдений и учетов в лабораторно-полевых опытах и критериями статистической обработки результатов исследования, а также положительными результатами при внедрении.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Научное и практическое обоснование использования спиртовой барды на посевах кукурузы, доз внесения и количества подкормок.
2. Закономерности изменения количественных и качественных параметров почвенного плодородия под воздействием возрастающих доз внесения спиртовой барды.
3. Хозяйственно-биологическая, физиологическая и экологическая оценка продуктивности кукурузы на силос в зависимости от доз внесения спиртовой барды.
4. Экономическая оценка возделывания кукурузы на силос при использовании спиртовой барды в качестве органического удобрения.

**Практическая значимость.** На основе результатов исследований установлены оптимальные дозы внесения спиртовой барды перед посевом кукурузы в качестве основного удобрения, а также определены кратность и дозы подкормок спиртовой бардой, обеспечивающие прибавку урожая зеленой массы более чем на 35%. Разработанные приемы использования спиртовой барды легли в основу разработки биологизированных систем земледелия, обеспечивающих повышение устойчивости агроэкосистем к техногенным воздействиям. Полученные результаты позволяют утилизировать отходы спиртового производства на полях при возделывании кукурузы на силос.

**Реализация результатов исследований.** Результаты исследований, представленные в диссертации, испытаны в производственных условиях и внедрены в ОАО племзавод «Сергиевский» Орловской области на площади 52 га.

**Апробация работы.** Результаты работы доложены и получили одобрение на заседаниях кафедры агроэкологии и охраны окружающей среды (*годы*), международной научно-практической конференции: «Современные тенденции в науке: новый взгляд» (Тамбов, 2011); международной научно-практической конференции: «Пути повышения устойчивости растениеводства к негативным природным и техногенным воздействиям» (Орел, 2011); научно-практической конференции: «Использование генетических ресурсов сельскохозяйственных растений в современном земледелии» (Орел, 2012); международной научно-практической конференции: «Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистемы» (Волгоград, 2012); международной научно-практической конференции: «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства» (Краснодар, 2013).

**Публикация результатов исследований.** По материалам диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и предложений производству, списка использованной литературы. Работа изложена на 118 страницах машинописного текста, включает 45 таблиц, 18 рисунков. Список использованной литературы включает 186 источников, из них 23 зарубежных авторов.

## 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

Исследования проводили в 2010-2012 гг. на землепользовании ОАО «Племзавод Сергиевский» Ливенского района Орловской области. Климат здесь умеренно континентальный. Средняя годовая температура воздуха  $+4,6^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум  $+38^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум  $-39^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков в среднем составляет 558 мм. Вегетационный период продолжается 175-185 дней. Сумма среднесуточных температур за время активной вегетации колеблется в пределах  $2150-2300^{\circ}\text{C}$ .

2010г. Погодные условия в целом характеризовались крайне неблагоприятными условиями для произрастания сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы. В период высева семян кукурузы (1<sup>я</sup> декада мая) температура воздуха составляла  $18,3^{\circ}\text{C}$ , что на  $4,7^{\circ}\text{C}$  выше средних многолетних. Количество осадков в этот период 2,8 мм, что на 13мм меньше среднемноголетнего значения. Однако запасов влаги в почве было достаточно для появления дружных всходов. В июне месяце температура воздуха была достаточно благоприятной для произрастания растений кукурузы и составила  $21^{\circ}\text{C}$ , что на  $4,2^{\circ}$  больше средней многолетней. Однако осадков в этот период выпало на 13,7 мм меньше, чем по средним многолетним значениям. К концу месяца начал ощущаться дефицит влаги в почве. В июле средняя температура воздуха составила  $25,4^{\circ}\text{C}$ , что на  $7,4^{\circ}\text{C}$  выше, чем средние многолетние значения. Осадков в этот период выпало всего 19,8мм. Данные погодные условия негативно сказывались на росте растений. Среднемесячная температура в августе составила  $23,9^{\circ}\text{C}$ , что на  $6,9^{\circ}\text{C}$  выше многолетних значений. Количество осадков было меньше нормы на 12,2 мм и составило 25,3 мм, что явно недостаточно для нормального роста растений и формирования урожая.

2011 г. Погодные условия для роста и развития кукурузы сложились в целом благоприятно. Среднемесячная температура апреля составила  $12,8^{\circ}\text{C}$ . Осадков в этот период выпало 15мм. В период высева семян кукурузы температура воздуха составляла  $14,8^{\circ}\text{C}$ , что соответствует средним многолетним значениям. Осадков за май месяц выпало 32,3 мм, что способствовало дружному появлению всходов кукурузы. В июне средняя температура воздуха составила  $19,3^{\circ}\text{C}$ , что со-

ответствует средним многолетним значениям. Количество осадков за этот месяц выпало 64,5 мм. Такое количество осадков было достаточным для хорошего развития растений кукурузы. В июле наблюдалась наиболее высокая температура, которая составила в среднем за месяц 21,5°C, что было несколько выше многолетних значений. Количество осадков в указанный период 123,7 мм. Высокая влагообеспеченность почвы в сочетании с оптимальной температурой способствовали хорошему развитию растений и нарастанию биомассы кукурузы. В августе температура по своим значениям была близка к среднему многолетнему и составила 18,6°C. Количество осадков за этот месяц выпало 126,8 мм, что было больше многолетних значений. Данные условия способствовали формированию большой массы растений кукурузы и накоплению сухого вещества.

2012 г. В целом погодные условия, как и в предыдущем году, были благоприятными для развития кукурузы и формирования зеленой массы растений. Весна была ранняя. В апреле средняя температура воздуха составила 9,6°C, что выше средних многолетних на 3,4°C. Осадков выпало 56,3 мм. Весенних запасов влаги было достаточно для появления дружных всходов кукурузы. Средняя температура мая составила 16,8°C, что на 3,0°C выше средних многолетних значений, что благоприятно сказалось на развитии растений кукурузы. Количество осадков в этот период выпало существенно ниже нормы – 15,9 мм, однако это не оказало негативного влияния на ростовые процессы кукурузы. Дефицит влаги был пополнен в июне, когда выпало в 1,5 раза больше осадков по сравнению с многолетними значениями – 93,6 мм. Температура воздуха в июне составила 17,7°C, что несколько выше многолетних температур указанного месяца. В июле температура воздуха составила 21,3°C, что на 3,3°C выше среднемноголетней, а осадков выпало ниже нормы 59,5 мм. Однако в целом условия указанного месяца были вполне благоприятными для роста и развития кукурузы. В августе температура воздуха была близка по своим значениям к среднему многолетнему и составила 18,8°C. Осадков выпало 70,5 мм, что несколько выше многолетних значений. Данные условия способствовали раннему завершению развития растений и уборке зеленой массы в оптимальные сроки.

Почва опытного участка выщелоченный чернозем, по грануло-

метрическому составу тяжелосуглинистый, на лессовидном суглинке. Содержание гумуса 5,58%, рН солевой вытяжки 5,7. Содержание подвижного фосфора 127 мг/кг, обменного калия 132 мг/кг. Сумма поглощенных оснований 34,76 мг-экв. на 100 г почвы. Степень насыщенности почвы основаниями 86,8-87,4%. Чернозем выщелоченный сформировался под луговым разнотравьем лесостепной зоны, отношение  $C_T : C_\Phi = 1,5-2,0$ . В верхней части гумусового горизонта реакция среды близка к нейтральной или нейтральная, и лишь к нижней границе гумусового горизонта происходит ее слабое подкисление. Почвы имеют высокую емкость поглощения (40-50 мг-экв. на 100 г почвы), в подгумусовом горизонте – 25-35 мг-экв. на 100 г почвы.

Были проведены следующие полевые опыты:

Опыт 1. «Определение оптимальной дозы внесения спиртовой барды при возделывании кукурузы на силос».

Варианты: 1. Без внесения (контроль); 2. 20 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды; 3. 40 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды; 4. 60 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды.

Опыт 2. «Определение оптимальной дозы внесения спиртовой барды в качестве основного удобрения и количества подкормок в течение вегетации при возделывании кукурузы на силос».

Варианты: 1. 40 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды в качестве основного удобрения; 2. 40 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды + 10 м<sup>3</sup>/га в фазе 2-3 листьев; 3. 40 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды + 10 м<sup>3</sup>/га в фазе 2-3 листьев + 10 м<sup>3</sup>/га в фазе 5-6 листьев.

Повторность опытов 4-х кратная, размещение делянок рендомизированное, площадь делянки 90 м<sup>2</sup>. **Объект** исследования – гибрид кукурузы Краснодарский 194МВ. Предшественник озимая пшеница. Агротехника возделывания кукурузы в опыте соответствовала рекомендациям для данной зоны.

**Предмет** исследования – спиртовая барда, содержащая 11,5% сухого вещества; 0,30% общего азота; 0,10% фосфора; 0,08% калия; 0,60% золы; рН 5,3. В 10 м<sup>3</sup> спиртовой барды содержится 30 кг азота, 10 кг фосфора, 8 кг калия.

Для оценки влияния спиртовой барды на почвенные процессы, формирование корневой системы и надземной массы растений кукурузы, величину и качество урожая, экологическую безопасность и экономическую эффективность использовали методики, указанные ниже:



общий азот в почве определяли согласно ГОСТ26107-84В, в образцах почвы определяли содержание фосфора и калия по методу Чирикова в модернизации ЦИНАО (ГОСТ26204-91). Биологическую активность почвы изучали методом льняных полотен, по скорости их распада (Васильев, 2005). Количество червей подсчитывали на делянках 0,5 x 0,5м в 6-кратной повторности, с последующим пересчетом на 1га. Интенсивность транспирации листьев определяли методом быстрых взвешиваний по Иванову (Третьяков, 1982).

Определение хлорофилла в листьях проводили спектрометрическим методом, сущность которого заключается в измерении оптической плотности вытяжки пигментов при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов с последующим расчетом концентрации пигментов по уравнениям Ветштейна и Хольма. Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ, г/м<sup>2</sup>хдн.) оценивали по методике Веста, Брига и Кидда (Третьяков, 1982). Измерения линейного роста растений кукурузы и оценку его динамики проводили в фазы: 5, 7, 9 и 11 листьев, цветения и молочно-восковой спелости. Измерения проводили на 15 целых неповрежденных растениях каждой повторности при помощи мерной ленты (Юдин, 1980; Третьяков, 2002). Измерение объема корней проводили с помощью объемметра Сабинина-Колосова. Отбор проб производили методом почвенных монолитов с последующим отмыванием на сите диаметром 0,25 мм. Отмытые корни отжимали фильтровальной бумагой и помещали в мерный цилиндр с таким количеством воды, чтобы в нее полностью погрузились корни. Для обеспечения точности измерений, содержимое мерного цилиндра тщательно перемешивали стеклянной палочкой для удаления пузырьков воздуха (Доспехов, 1987). Учет урожайности зеленой массы проводили методом сплошной уборки учетной площади делянки с последующим пересчетом на 1 га. Содержание нитратов в растениях определяли ионоселективным методом в модификации ЦИНАО (Ягодин, 1987). Засоренность посевов (количество сеgetальных растений) определяли при помощи рамки площадью 0,25м<sup>2</sup> с проходом опытных делянок в шахматном порядке. Количество малолетних и многолетних растений на площади 1м<sup>2</sup> находили методом пересчета (Доспехов, 1987). Фенологические наблюдения за растениями кукурузы осуществляли в соответствии с методикой планирования наблюдений и учетов (Доспехов,

1985). Сырой протеин и общий азот определяли по ГОСТ13496.4-93; сырой жир по ГОСТ29033-91; клетчатку по ГОСТ13496.2-91; содержание золы по ГОСТ13496.14-87; каротин определяли по ГОСТ13496.17-95; сырую клетчатку по ГОСТ13496.2-91; фосфор по ГОСТ51420-99; кальций по ГОСТ50852-96; содержание кормовых единиц в корме по ГОСТ23638-90.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**3.1. Агрохимические свойства почвы.** Содержание нитратного азота в почве зависело от дозы внесения спиртовой барды и погодных условий, которые влияют на деятельность микроорганизмов - нитрификаторов, участвующих в минерализации органического вещества, вносимого в виде спиртовой барды. Так, в 2010 г. количество нитратного азота перед посевом кукурузы (после внесения спиртовой барды) на контроле составило 6,1 мг/кг, внесение 20 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды повысило содержание нитратов до 8,9 мг/кг, при внесении 40 и 60 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды, количество нитратов было наибольшим 11,7 и 14,9 мг/кг соответственно. В середине вегетации растений (фаза 9 листьев) из-за засушливых условий содержание нитратного азота в почве резко снизилось 3,5-4,1 мг/кг. Дозы внесения спиртовой барды в этот период не оказали никакого влияния. В осенний период также наблюдалось низкое содержание нитратного азота в почве – 3,4-3,9 мг/кг, и дозы спиртовой барды не оказали влияния. Снижение нитратного азота в летне-осенний период мы объясняем низкой деятельностью почвенных микроорганизмов.

В 2011 г. содержание нитратного азота в почве целиком зависело от дозы внесения спиртовой барды, начиная с весны и вплоть до уборки зеленой массы. Так, в среднем за год без внесения барды содержание нитратного азота в почве составило 8,8 мг/кг, тогда как при её внесении его содержание увеличилось до 10,9-15,0 мг/кг. Наибольшее количество нитратного азота было при внесении спиртовой барды в дозах 40 и 60 м<sup>3</sup>/га. В течение вегетации наибольшее количество нитратного азота в слое почвы 0-30 см наблюдалось в летний период 11,4-19,2 мг/кг в зависимости от дозы внесения. Весною, перед посевом, содержание нитратного азота было несколько меньше 8,9-16,9 мг/кг. Наименьшее содержание нитратного азота, по вариантам опыта, на-

блюдалось в осенний период (фаза молочно-восковой спелости зерна) – 6,1 – 9,4 мг/кг. Увеличение содержания нитратного азота в летний период мы объясняем наиболее благоприятными условиями данного периода для деятельности почвенных микроорганизмов.

В 2012. внесение возрастающих доз спиртовой барды также оказало положительное влияние на содержание нитратного азота в почве. Максимальное содержание нитратного азота наблюдалось в летний период – 13,3-18,4 мг/кг при внесении спиртовой барды и 10,4 мг/кг без её внесения. Наибольшее содержание было с внесением 40-60м<sup>3</sup>/га спиртовой барды. Достоверных различий между указанными дозами не отмечено. Таким образом, внесение возрастающих доз спиртовой барды под посевы кукурузы способствует активизации нитрификационных процессов и увеличению содержания азота в почве.

**3.2. Биологическая активность почвы.** Наряду с такими показателями плодородия почвы как содержание гумуса и элементов питания, важным показателем является ее биологическая активность. Деятельность почвенных микроорганизмов способствует накоплению усвояемых форм элементов минерального питания. Проведенные исследования по целлюлозоразлагающей активности микроорганизмов показали, что применение на посевах кукурузы спиртовой барды в качестве органического удобрения способствовало активизации деятельности микроорганизмов.

Наибольший процент разложившегося льняного полотна был с дозой внесения спиртовой барды 40м<sup>3</sup>/га и 60м<sup>3</sup>/га. Исключение составляет 2010 г., когда деятельность почвенных микроорганизмов из-за жаркой погоды было крайне низка. В отмеченном году существенных различий между дозами внесения спиртовой барды не установлено (таблица 1).

В последующие два года прослеживается четкая закономерность увеличения деятельности почвенных микроорганизмов в зависимости от вносимых доз спиртовой барды. Так, в 2011 г. процент разложившегося льняного полотна на контроле составил 24,6%, с внесением 20м<sup>3</sup>/га спиртовой барды разложилось в почве 32,9% полотна, с внесением 40м<sup>3</sup>/га – 41,3% и с внесением 60м<sup>3</sup>/га полотна разложилось 42,1%. В 2012 г. наблюдалась аналогичная закономерность. Наибольшее количество разложившегося полотна было отмечено с внесением

Таблица 1. – Целлюлозоразлагающая активность микроорганизмов в зависимости от возрастающих доз внесения спиртовой барды, %

Доза внесения барды	Год		
	2010	2011	2012
Без внесения (контроль)	8,7	24,6	22,4
20 м <sup>3</sup> /га	9,1	32,9	28,7
40 м <sup>3</sup> /га	8,9	41,3	36,9
60 м <sup>3</sup> /га	9,3	42,1	37,4
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>T</sub>	1,7	1,5

40м<sup>3</sup>/га (36,9%) и 60м<sup>3</sup>/га (37,4%) спиртовой барды.

Внесение подкормок также способствовало активизации почвенных микроорганизмов. Даже в 2010 г. несмотря на неблагоприятные условия, процент разложившейся ткани был несколько выше с применением подкормок. Так, без применения подкормок процент разложившейся ткани составил 8,6%, тогда как с однократной подкормкой разложение полотна составило 9,4 и с двукратной подкормкой – 10,1% (таблица 2).

Таблица 2. – Целлюлозоразлагающая активность микроорганизмов в зависимости от количества подкормок спиртовой бардой, %

Доза внесения барды	Год		
	2010	2011	2012
40 м <sup>3</sup> /га (контроль)	8,6	42,1	36,3
40 м <sup>3</sup> /га + 10 м <sup>3</sup> /га	9,4	48,0	41,7
40 м <sup>3</sup> /га + 10 м <sup>3</sup> /га + 10 м <sup>3</sup> /га	10,1	51,3	47,8
НСР <sub>05</sub>	1,4	1,6	1,8

В 2011 и 2012 гг. действие подкормок спиртовой бардой проявилось более четко. В 2011 г. на контроле за двухмесячную экспозицию в почве разложилось 42,1% полотна, с однократной подкормкой спиртовой бардой в дозе 10м<sup>3</sup>/га, процент разложения полотна составил 48,0% и с двукратной подкормкой дозой по 10м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 51,3 %. В 2012 г. также, как и в предыдущем году наибольшая активность почвенных микроорганизмов была отмечена с двукратной

подкормкой. Количество разложившейся ткани составило 47,8% .

### **3.3. Особенности фотосинтетической деятельности растений кукурузы в зависимости от возрастающих доз спиртовой барды.**

Продуктивность агроценозов напрямую зависит от создания оптимальных условий фотосинтетической деятельности листового аппарата. Интенсивность нарастания листьев в расчете на единицу площади, в конечном счете, обеспечивает высокую продуктивность посевов. В этом отношении большое значение имеет облиственность растений. Так, наибольшая поверхность листьев в расчете на единицу площади была отмечена в фазе цветения с внесением 60 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 40,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, что на 8,8 % больше, чем на контроле. При этом, наибольшая площадь листовой поверхности наблюдалась при двукратном внесении подкормок спиртовой бардой, которая составила в фазе цветения 44,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, против 39,8 тыс. м<sup>2</sup>/га на контроле.

Применение подкормки спиртовой бардой в период вегетации растений, также оказывает положительный эффект на формирование листовой поверхности.

### **3.4. Формирование корневой системы кукурузы при разных дозах внесения спиртовой барды.**

Корневая система кукурузы положительно реагирует на внесение органических удобрений в виде спиртовой барды. Действие спиртовой барды на рост корневой системы кукурузы прослеживалось до окончания вегетации, то есть до момента уборки надземной массы в фазе «молочно-восковой спелости». Так, в фазе «молочно-восковой спелости» объем корней на контроле составил 100,0 см<sup>3</sup>; с внесением 20 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 103,9; с внесением 40 м<sup>3</sup>/га – 108,0 и с внесением 60 м<sup>3</sup>/га – 108,1 см<sup>3</sup> (таблица 3).

Таблица 3. Динамика нарастания объема корневой системы кукурузы в зависимости от возрастающих доз спиртовой барды, см<sup>3</sup>/растение

Фаза развития кукурузы	Доза внесения барды, м <sup>3</sup> /га				НСР <sub>05</sub>
	0	20	40	60	
7 листьев	7,2	8,3	9,3	9,5	0,6
11 листьев	33,8	35,1	37,4	37,9	1,6
Молочно-восковая спелость	100,0	103,9	108,0	108,1	5,3

Таким образом, максимальный объем корней отмечен при внесении 40 и 60 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды.

**3.5. Линейный рост растений кукурузы.** Линейный рост растений кукурузы находился в прямой зависимости от дозы внесения спиртовой барды. Максимальный рост растений выявлен при внесении 40 и 60 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды. Высота растений в фазе «молочно-восковой спелости» достигла 203,5 и 207,9 см и разница между ними не достоверна (таблица 4).

Таблица 4. Линейный рост кукурузы в зависимости от дозы спиртовой барды, см

Фаза развития кукурузы	Доза внесения барды, м <sup>3</sup> /га				
	без внесения	20	40	60	НСР <sub>05</sub>
5 листьев	42,2	46,9	47,3	50,6	3,4
7 листьев	57,9	63,4	66,1	67,3	3,8
9 листьев	76,7	81,8	89,6	89,3	5,6
11 листьев	109,3	127,9	138,1	139,7	6,1
Цветение	176,2	189,4	203,1	205,4	6,0
Молочно-восковая спелость	178,3	190,1	203,5	207,9	6,3

При внесении 20 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды высота растений составила 190,1 см.

**3.6. Урожайность кукурузы в зависимости от дозы и количества подкормок спиртовой барды.** В 2010 г. урожайность зеленой массы кукурузы была наименьшей и составила на контроле 19,8 т/га, с внесением 20 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 20,3, с внесением 40 м<sup>3</sup>/га – 22,9 и с внесением 60 м<sup>3</sup>/га – 22,7 т/га. Низкая урожайность зеленой массы объясняется экстремально жаркой погодой в летний период. Отсутствие осадков во второй половине лета и высокая температура воздуха и почвы негативно сказались на микробиологических процессах, что не позволило проявить действие спиртовой барды на развитии ростовых процессов кукурузы и, соответственно, формировании зеленой массы растений. Достоверных различий по урожайности при внесении возрастающих доз спиртовой барды не выявлено (таблица 5).

Таблица 5. – Влияние дозы внесения спиртовой барды на урожайность зеленой массы кукурузы, т/га

Доза внесения барды	Год			Среднее	
	2010	2011	2012	т/га	% к контролю
Без внесения (контроль)	19,8	28,4	23,7	23,1	100
20 м <sup>3</sup> /га	20,3	37,0	32,3	29,5	127,7
40 м <sup>3</sup> /га	22,9	39,9	36,6	33,1	143,3
60 м <sup>3</sup> /га	22,7	41,1	37,0	33,6	145,5
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> <F <sub>τ</sub>	2,14	2,96	2,04	-

Применение подкормок в виде внесения спиртовой барды также не оказало влияние на урожай зеленой массы кукурузы. Так, на контроле урожай составил 22,7 т/га, с однократной подкормкой – 23,7 и с двукратной подкормкой – 24,3 т/га. Различия между вариантами по урожаю зеленой массы также были не существенны (таблица 6).

Таблица 6. Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от количества подкормок спиртовой бардой, т/га

Доза внесения барды	Год			Среднее	
	2010	2011	2012	т/га	% к контролю
40 м <sup>3</sup> /га (контроль)	22,7	39,3	36,7	32,6	100
40 м <sup>3</sup> /га +10 м <sup>3</sup> /га	23,7	44,6	39,9	36,4	111,7
40 м <sup>3</sup> /га+10 м <sup>3</sup> /га+10 м <sup>3</sup> /га	24,3	48,1	43,4	38,9	119,3
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> <F <sub>τ</sub>	3,07	2,61	2,43	

В 2011 г. погодные условия были более благоприятные для развития кукурузы, особенно вторая половина вегетационного периода, что положительно сказалось на формировании вегетативной массы растений. Урожайность наземной массы растений составила в зависимости от дозы 28,4-41,1 т/га. На контроле урожай составил 28,4 т/га, с внесением спиртовой барды – 37,0-41,1 т/га. Наибольший урожай отмечен с внесением 40 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 39,9 т/га и с внесением

60 м<sup>3</sup>/га – 41,1 т/га. Достоверных различий не отмечено.

Применение одно- и двукратных подкормок спиртовой бардой по 10 м<sup>3</sup>/га оказало заметное влияние на формирование зеленой массы кукурузы. Если на контроле урожай составил 39,3 т/га, то с использованием одной подкормки – 44,6; двух подкормок – 48,1 т/га.

В 2012 г. урожайность зеленой массы кукурузы находилась в прямой зависимости от дозы внесения спиртовой барды. Если без внесения барды урожайность зеленой массы составила 23,7 т/га, то с внесением 20 м<sup>3</sup>/га урожайность возросла до 32,3 т/га, 40 м<sup>3</sup>/га – 36,6 и 60 м<sup>3</sup>/га – 37,0 т/га.

Применение подкормок также оказало положительное влияние на накопление зеленой массы кукурузы. Предпосевное внесение спиртовой барды в дозе 40 м<sup>3</sup>/га обеспечило урожайность зеленой массы в пределах 36,7 т/га. При однократной подкормке в дозе 10 м<sup>3</sup>/га урожайность составила 39,9, при двукратной – 43,4 т/га.

Погодные условия влияют определенным образом на урожай зеленой массы кукурузы. Однако, если рассмотреть средние за три года данные по урожайности, внесение спиртовой барды в качестве органического удобрения оказывает положительное влияние на формирование зеленой массы кукурузы. Так, на контроле средний урожай составил 23,1 т/га, с внесением 20 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 29,5 т/га, что на 27,7% больше, чем на контроле. С внесением 40 м<sup>3</sup>/га урожайность составила 33,1 т/га или на 43,3% больше, чем без внесения. С внесением 60 м<sup>3</sup>/га – 33,6 т/га или на 45,5% больше, чем на контроле.

Следует отметить, что дробное внесение 60 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды (40 м<sup>3</sup>/га перед посевом + 10 м<sup>3</sup>/га в фазе 2-3 листьев + 10 м<sup>3</sup>/га в фазе 5-6 листьев) обеспечило получение урожая зеленой массы в количестве 38,9 т/га. При однократном внесении барды перед посевом кукурузы в дозе 60 м<sup>3</sup>/га получен урожай зеленой массы в количестве 33,6 т/га, что на 15,7% меньше.

**3.7. Кормовая ценность силосной массы кукурузы.** Кормовая ценность зеленой массы кукурузы зависит, прежде всего, от доли початков в силосной массе. Внесение спиртовой барды способствовало увеличению доли початков в зеленой массе кукурузы. Так, в среднем за три года массовая доля початков на контроле составила 39,7%; с внесением 20 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 40,7; с внесением 40 м<sup>3</sup>/га – 40,9



и с внесением 60 м<sup>3</sup>/га – 41,5%.

Спиртовая барда повышает содержание основных питательных веществ в сухой массе кукурузы. Так, содержание сырого протеина без её внесения составляет 4,57%; при внесении 20 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 5,63%; 40 м<sup>3</sup>/га – 6,12 и при 60 м<sup>3</sup>/га – 6,09%.

Наибольшее количество сырого жира отмечено при внесении 40 и 60 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 1,97 и 1,99%. В контрольном варианте данный показатель составил 1,19%. Аналогичные результаты получены по количеству клетчатки. Так, на контроле сырой клетчатки было в сухой массе кукурузы 22,9%; с внесением 20 м<sup>3</sup>/га спиртовой барды – 23,8%; с внесением 40 м<sup>3</sup>/га – 24,7 и с внесением 60 м<sup>3</sup>/га - 25,2%.

Максимальное содержание зольных веществ также выявлено при внесении спиртовой барды в дозах 40 и 60 м<sup>3</sup>/га – 5,38 и 5,74%.

**4. Экономическая эффективность.** Возделывание кукурузы на силос с использованием спиртовой барды в качестве органического удобрения является экономически оправданным. В среднем за три года исследований показатели экономической эффективности были выше при внесении спиртовой барды. Прибавка чистого дохода составила 5,90-9,17 тыс. руб./га относительно контрольного варианта, себестоимость продукции снизилась с 0,67 до 0,59 тыс. руб., уровень рентабельности увеличился со 109,2% без внесения барды, до 127,4-138,7% при её внесении (таблица 7).

Таблица 7. Влияние разных доз предпосевного внесения спиртовой барды на экономическую эффективность возделывания кукурузы на силос (среднее за 2010-2012гг.)

Показатель	Доза внесения барды, м <sup>3</sup> /га			
	0	20	40	60
Урожайность, т/га.	24,3	29,5	33,1	33,6
Стоимость продукции, тыс. руб.	34,02	41,30	46,34	47,04
Затраты, тыс. руб. /га.	16,26	17,94	19,41	20,69
Себестоимость, тыс. руб./т	0,67	0,61	0,59	0,62
Чистый доход, тыс. руб./га.	17,76	23,66	26,93	26,35
Уровень рентабельности, %	109,2	131,9	138,7	127,4

Оптимальной в отношении урожайности зеленой массы кукурузы оказалась доза спиртовой барды 40 м<sup>3</sup>/га. Расчет экономической эффективности подтвердил полученные результаты. В среднем за три года, при указанной дозе внесения барды, был получен наибольший чистый доход – 26,93 тыс. руб. и уровень рентабельности – 138,7%.

Применение подкормок в период вегетации растений также способствовало повышению урожайности зеленой массы кукурузы и, соответственно, повышению показателей экономической эффективности (таблица 8).

Таблица 8. Влияние разных доз дробного внесения спиртовой барды на экономическую эффективность возделывания кукурузы на силос (среднее за 2010-2012гг.)

Показатель	Доза внесения барды, м <sup>3</sup> /га		
	40	40+10	40+10+10
Урожайность, т/га	32,6	36,4	38,9
Стоимость продукции, тыс. руб./га	45,64	50,96	54,46
Затраты, тыс. руб./га	19,36	19,77	20,46
Себестоимость, тыс. руб./т	0,59	0,54	0,53
Чистый доход, тыс. руб./га	26,28	31,19	34,00
Уровень рентабельности, %	135,7	157,7	166,2

В среднем за три года исследований показатели экономической эффективности выглядели следующим образом: стоимость валовой продукции на контроле 45,64 тыс. руб./га; с однократной подкормкой – 50,96; с двукратной подкормкой – 54,46 тыс. руб./га. Производственные затраты на контроле составили 19,36 тыс. руб./га; с однократной подкормкой – 19,77 и двукратной – 20,46 тыс. руб./га.

Чистый доход увеличился в 1,3 раза при внесении 40 м<sup>3</sup>/га+10м<sup>3</sup>/га+10м<sup>3</sup>/га и составил 34,00 тыс. руб./га. При этом себестоимость 1 т продукции была минимальной – 0,53 тыс. руб., что на 10,2 % ниже, чем на контроле. Рентабельность производства составила 166,2%, т.е. увеличилась на 30,5%.

## ВЫВОДЫ

1. Внесение возрастающих доз спиртовой барды под посевы кукурузы способствует активизации нитрификационных процессов и увеличению общего и нитратного азота в почве, также повышается содержание подвижного фосфора.

2. Применение спиртовой барды в качестве органического удобрения повышает активность почвенных целлюлозоразрушающих микроорганизмов, и способствует увеличению численности дождевых червей. Наибольшая активность микроорганизмов отмечена в варианте с двукратной подкормкой. Количество разложившейся ткани составило 47-48%. Наибольшее количество дождевых червей было при внесении спиртовой барды в дозе  $40\text{ м}^3/\text{га}$ .

3. Внесение  $40\text{ м}^3/\text{га}$  спиртовой барды перед посевом и дополнительных подкормок по вегетирующим растениям активизирует физиологические процессы растений кукурузы: интенсивность транспирации возрастает не менее, чем на 30%; повышается содержание суммарного хлорофилла с 2,45 мг/г до 3,30 мг/г; возрастает чистая продуктивность фотосинтеза.

4. Внесение  $40\text{ м}^3/\text{га}$  спиртовой барды перед посевом и двукратная подкормка по  $10\text{ м}^3/\text{га}$  формирует максимальную листовую поверхность кукурузы до 44 тыс.  $\text{м}^2/\text{га}$ .

5. Применение спиртовой барды на посевах кукурузы провоцирует увеличение численности сеgetальных растений на 15-20%.

6. Максимальный объем корневой системы кукурузы зафиксирован при внесении  $40\text{ м}^3/\text{га}$  спиртовой барды и составил в фазу молочно-восковой спелости зерна  $108,0\text{ см}^3$ .

7. Дробное внесение спиртовой барды в большей степени способствует ростовым процессам кукурузы по сравнению с предпосевным внесением. Максимальная высота растений 201,4 см отмечена при внесении  $40\text{ м}^3/\text{га}$  перед посевом и дополнительным двукратным внесением по вегетации.

8. Наибольшее формирование зеленой массы обеспечивает внесение  $40\text{ м}^3/\text{га}$  спиртовой барды перед посевом и дополнительно  $20\text{ м}^3/\text{га}$  в качестве подкормки. Средний урожай за 3 года составил 38,9 т/га зеленой массы, что на 30-40% больше, чем на контроле.

9. Внесение спиртовой барды в дозе  $40\text{ м}^3/\text{га}$  перед посевом и  $20\text{ м}^3/\text{га}$  в качестве подкормки повышает питательную ценность корма и обеспечивает получение максимального количества кормовых единиц переваримого протеина и каротина с единицы площади.

10. Применение высоких доз спиртовой барды приводит к некоторому увеличению нитратного азота в растениях кукурузы, не превышающего предельно допустимых концентраций.

11. Применение спиртовой барды на посевах кукурузы на силос является экономически оправданным приемом. Уровень рентабельности возрастает на 25-30%, чистый доход на 8-10 тыс. руб./га.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ**

В условиях чернозема выщелоченного Центрально-Черноземной зоны РФ на посевах кукурузы вносить  $40\text{ м}^3/\text{га}$  спиртовой барды перед посевом и дополнительно  $10\text{ м}^3/\text{га}$  в фазе 2-3 листьев и  $10\text{ м}^3/\text{га}$  в фазе 5-6 листьев.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

#### **Статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:**

1. Гурин, А.Г. Экономическая эффективность использования фильтрата спиртовой барды в качестве нетрадиционного удобрения / А.Г. Гурин, О.С. Кузьева, А.Д. Кожухов // Вестник Орел ГАУ. – 2011. – №4 (30). – С. 56-57.

2. Кожухов, А.Д. Продуктивность и качество зеленой массы кукурузы в связи с использованием отходов спиртового производства / А.Д. Кожухов, А.Г. Гурин // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – №1(19). – С.36-39.

3. Гурин, А.Г. Агрохимическая оценка использования отходов производства в виде спиртовой барды на посевах кукурузы на силос / А.Г. Гурин, А.Д. Кожухов // Вестник Орел ГАУ. – 2013. – №1(40). – С.23-28.

#### **В других изданиях:**

4. Кожухов, А.Д. Влияние азотных удобрений в условиях Ливенского района на качество зеленой массы кукурузы / А.Д. Кожухов // Пути повышения устойчивости растениеводства к негативным природным и техногенным воздействиям: матер. междунар. конф. – Орел,

2011. – С. 176-177.

5. Кожухов, А.Д. Утилизация отходов спиртового производства в качестве использования вторичного материального ресурса в земледелии / А.Д. Кожухов, А.Г. Гурин // Современные тенденции в науке: новый взгляд: сб. науч. тр. Межд. заочной науч.-практ. конф. – Тамбов, 2011. – С. 78- 79.

6. Кожухов, А.Д. Использование отходов спиртового производства в качестве органического удобрения при возделывании кукурузы на силос / А.Д. Кожухов, А.Г. Гурин // Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистемы: матер. межд. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2012. – С. 64 - 66.

7. Кожухов, А.Д. Азотный режим почвы при возделывании кукурузы на силос в условиях возрастающих доз удобрений / А.Д. Кожухов, А.Г. Гурин // Использование генетических ресурсов сельскохозяйственных растений в современном земледелии: сб. матер. науч.-практ. конф. – Орел, 2012. – С. 224-226.

8. Кожухов, А.Д. Накопление нитратов растениями кукурузы при использовании в качестве альтернативного удобрения спиртовой барды / А.Д. Кожухов, А.Г. Гурин // Использование генетических ресурсов сельскохозяйственных растений в современном земледелии: сб. материалов науч.-практ. конф. – Орел, 2012. – С. 226-229.

9. Kojuhov, A. Features of physiological and photosynthetic activity of maize plants at using non-traditional organic fertilizer / A. Kojuhov, A. Gurin, S. Plygun // Russian journal of Agricultural and Socio – Economic Sciences. – 2012. – № 7(7). – P. 24-31.

10. Гурин, А.Г. Особенности физиологической и фотосинтетической деятельности растений при использовании нетрадиционных органических удобрений / А.Г. Гурин, А.Д. Кожухов // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства: матер. 3-й межд. науч. конф. – Краснодар, 2013. – С. 258-267.