

*На правах рукописи*

**МАЛЮТИНА ЛЮДМИЛА АНАТОЛЬЕВНА**

**ПОЧВЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА В  
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ**

Специальность 06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель

**АВТОРЕФЕРАТ**

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

Барнаул – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет» в 2014-2016 гг.

**Научный руководитель:** доктор технических наук, доцент  
**Тиньгаев Анатолий Владимирович**

**Официальные оппоненты:** **Мёрзлая Генриэта Егоровна**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
заведующая лабораторией агрохимии  
органических и известковых удобрений  
ФГБНУ «Всероссийский научно-  
исследовательский институт агрохимии имени  
Д.Н. Прянишникова»

**Анисимова Татьяна Юрьевна**  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
заведующая отделом технологий производства  
и применения органических удобрений и торфа  
ФГБНУ «Всероссийский научно-  
исследовательский институт органических  
удобрений и торфа»

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная  
сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится 19 октября 2017 г. в 9<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 999.176.03 на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», ФГБНУ «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко», ФГБНУ «Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» по адресу: 656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел./факс: 8(3852) 62-83-96, E-mail: agau@asau.ru

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», с материалами по защите диссертации – на сайте [www.asau.ru](http://www.asau.ru)

**Ученый секретарь**  
**диссертационного совета**

Н. Н. Чернышева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Птицеводство является динамично развивающейся отраслью. Ежегодное увеличение поголовья птицы приводит к росту выхода отходов производства предприятий птицеводства, значительную часть которых составляет птичий помет – более 17 млн. т/год, в том числе в Алтайском крае – 337,9 тыс. т/год.

Большие объемы отходов птицеводства, различный их видовой и компонентный состав в сочетании с системными проблемами в отрасли (недостаточное количество площадок для хранения, отсутствие очистных сооружений, технологий переработки отходов, нарушение правил транспортирования, хранения, низкий контроль на птицефабриках) приводят к накоплению отходов в местах хранения вблизи птицефабрик. Отходы, при неконтролируемом попадании в окружающую среду, приводят к загрязнению почв соединениями азота, фосфора, тяжелыми металлами, патогенными микроорганизмами, бактериями, семенами сорных растений; к эвтрофированию водоемов, загрязнению атмосферы пылью, аммиаком, двуокисью углерода, что снижает хозяйственное использование территорий, уменьшает их культурно-бытовое значение, приводит к заболеванию людей и животных. В связи с этим в настоящее время для отрасли птицеводства актуальна проблема утилизации отходов.

Перспективным направлением утилизации отходов, в первую очередь птичьего помета, в сельском хозяйстве является их заделка в почву под посевы различных культур. Почвенный метод утилизации оправдан в экологическом и агроэкономическом смыслах. Широкое распространение практики утилизации птичьего помета улучшит экологическую обстановку в местах расположения птицефабрик. В связи с этим актуально изучение технологии утилизации птичьего помета в сельском хозяйстве в условиях лесостепи Алтайского Приобья.

**Степень разработанности темы.** Интерес к изучению проблемы утилизации отходов птицеводства нашел свое отражение в работах многих российских и зарубежных исследователей. Изучение применения помета в качестве удобрения проводилось на примере помета разных видов птиц, способов обработки, влажности, состава. Так, помет кур рассматривался в работах Лысенко В. П., Фисинина В. И., Тюрина В. Г., Сёмина И. В., Новожилова И. А., Чекаева Н. П., Трифонова А. Ю., Абитовой Б. К., Понятовского Ф. А., Путинцевой Н. Ю., Пунды Н. А. и др.; гусей – в работах Сёмина И. В., Огорокова В. В., Огороковой Л. А.; индюков – в работах Манашова Д. А., Агафонова Е. В., Каменева Р. А. Применение сушеного помета изучено Щёткиным Б. Н., Патриным М. А., Скороходовой Н. В., Новичихиной А. М., Гончаровой Г. В., Балюновой Е. А., Мельником В. А., Поповым А. В. и др.; жидкого бесподстилочного – Чукановым В. И., Сониной Н. А.; твердого подстилочного – Понятовским Ф. А. и др. Удобрительные свойства помета в составе компостов рассматривались Черкасовым А. Н.; Сдобниковым С. С., Фетисовым Г. Ф., Скрыльник Е. В.,

Товстым Ю. Н. и др. Использование птичьего помета изучалось авторами для разных климатических зон, типов почв, под различные культуры. Несмотря на многочисленные исследования, разработок по применению перепревшего птичьего помета для лесостепной зоны Алтайского Приобья на черноземах оподзоленных не найдено, в связи с чем данное диссертационное исследование станет дополнительным вкладом в накапливаемый научным сообществом опыт утилизации отходов птицефабрик и будет способствовать распространению практики использования птичьего помета в качестве органических удобрений.

**Цели и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования является научное обоснование экологически безопасной утилизации отходов птицеводства. Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

1. Дать характеристику птичьего помета и технологии его подготовки.
2. Изучить влияние отходов производства предприятий птицеводства на почву и возделываемую культуру.
3. Дать экономическую оценку эффективности утилизации птичьего помета на черноземе оподзоленном в условиях лесостепной зоны Алтайского Приобья.

**Научная новизна.** Впервые для лесостепной зоны Алтайского Приобья дана оценка технологии утилизации отходов птицеводства методом заделки в почву при весенней обработке почвы. По результатам анализа полевых опытов определены оптимальные экологически безопасные дозы внесения птичьего помета. Установлено влияние отходов птицефабрики на агрохимические свойства чернозема оподзоленного, урожайность и качество урожая яровой пшеницы.

**Практическая и теоретическая значимость работы.** На основе анализа результатов опытов с птичьим пометом рекомендованы эффективные дозы внесения перепревшего помета кур на черноземе оподзоленном под посеvy яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Алтайского Приобья. Обоснованные рекомендации по использованию птичьего помета позволят утилизировать накопленные пометные массы в местах расположения птицефабрик.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой диссертации является совокупность использованных методов исследования. Исследования в работе проводились с применением общенаучных (эксперимент, гипотеза, наблюдение, анализ) и специальных методов (полевой, лабораторный). Агротехнические стационарные опыты заложены по методике Доспехова Б. А. (1985). Агрохимические исследования почвы проводились по общепринятым методикам: гумус почвы – методом И.В. Тюрина, массовая доля подвижного фосфора и калия – методом Ф. В. Чирикова, гранулометрический состав почвы – методом Н. А. Качинского, содержание валовых форм азота в почве – по ГОСТ 26107-84, фосфора и калия – по ГОСТ 26261-84. Анализ птичьего помета включал исследования содержания валовых форм азота (ГОСТ 26715-85), фосфора (ГОСТ 26717-85) и калия (ГОСТ 26718-85),

pH (ГОСТ 27979-88), влаги и сухого остатка (ГОСТ 26713-85). Качество зерна оценивалось по стекловидности (ГОСТ 10987-76), количеству и качеству клейковины (ГОСТ Р 54478-2011), содержанию белка (ГОСТ 10846-91). Оценка засоренности посевов сорняками осуществлялась глазомерно-численным методом кафедры земледелия и методики опытного дела ТСХА. Для анализа полученных результатов применялись статистические методы, методы анализа в изложении Доспехова Б. А., Плохинского Н. А., Кравченко Н. С., информационно-логический анализ (по методике в изложении Бурлаковой Л. М., Рассыпнова В. А., Овцинова В. И.).

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Выявленные закономерности изменения свойств чернозема оподзоленного при утилизации отходов птицеводства почвенным методом.
2. Установленная взаимосвязь урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы от действия и последствия различных доз птичьего помета.
3. Экономическая эффективность утилизации птичьего помета на черноземе оподзоленном.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность результатов диссертационного исследования обеспечивается анализом литературных источников, нормативно-правовых документов, а также результатами агротехнических полевых опытов, проведенных в 2014-2016 гг. В опытах проведены фенологические наблюдения, количественные измерения, лабораторные исследования; выполнен статистический и агроэкономический анализ с использованием компьютерных технологий. Результаты исследования были представлены и обсуждены на XXIX международной научно-практической конференции «Наука и современность – 2014» (г. Новосибирск, 2014 г.); на IX, X, XI, XII международных научно-практических конференциях «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (г. Барнаул, 2014-2017 гг.); на международной научной конференции «Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения» (Москва, 2016 г.).

**Публикации.** Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 10 научных работах, в том числе в 4 работах в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, библиографического списка, состоящего из 254 источников, 5 приложений. Работа изложена на 146 страницах машинописного текста, содержит 34 рисунка, 21 таблицу.

Автор выражает благодарность за помощь, оказанную при работе над диссертацией и в организации полевых исследований, д. с.-х. н., директору ООО «АлтайАгроХимСоюз плюс» Воробьевой Р. П., к. с.-х. н., заместителю директора ООО «АлтайАгроХимСоюз плюс» Шепталову В. Б., председателю СПК «Агродар» Зонального района Саночкину Е. И., д.с.-х.н., профессору кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Алтайского ГАУ Пивоваровой Е. Г., директору по технологии ЗАО «Алтайский бройлер» Гулину О. Ю.

# ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Рассмотрено влияние различных видов отходов производства птицефабрик на окружающую среду, выявлены причины, приводящие к загрязнению. Дана характеристика основных способов утилизации птичьего помета почвенным методом. Проанализированы состав, свойства и объемы выхода помета в зависимости от вида птицы, ее возраста, технологии содержания. Приведен обзор литературных источников, в которых рассматривался положительный опыт утилизации отходов птицеводства в сельском хозяйстве почвенным методом под различные культуры.

## 2. ОБЪЕКТ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Характеристика объекта исследования

Исследования проводились в 2014-2016 гг. на территории СПК «Агродар» Зонального района Алтайского края. Объектом исследования является технология почвенной утилизации птичьего помета в лесостепной зоне Алтайского Приобья.

В исследовании применялся помет кур клеточного содержания с откормочных площадок ЗАО «Алтайский бройлер».

Почва в опытах – чернозем оподзоленный маломощный среднегумусный, среднесуглинистый, слабосмытый. Пахотный слой почвы (0-20 см) характеризуется нейтральной кислотностью ( $pH_{\text{вод.}}$  6,7-6,9), высоким содержанием подвижного фосфора (227,50-259,26 мг/кг), повышенным содержанием обменного калия (81,98-119,80 мг/кг). Содержание гумуса в слое 0-20 см составляет 4,6-4,7% с последующим уменьшением вниз по почвенному профилю. Обеспеченность почвы подвижными формами микроэлементов различная: В – высокая (1,54 мг/кг), Мо и Си – средняя (0,12 и 0,43 мг/кг соответственно), Мп и Со – низкая (7,20 и 0,12 мг/кг соответственно). Содержание валовых форм тяжелых металлов в почве не превышают ПДК.

### 2.2. Методы проведения исследования

Исследования по утилизации отходов птицеводства почвенным методом проведены в полевом и микрополевым опытах. Каждый опыт закладывали в 3-кратной повторности с применением сплошного способа размещения повторений, систематического метода размещения вариантов.

Полевой опыт проводили в 2014-2016 гг. в 5 вариантах: 1 вариант – внесение 5 т/га птичьего помета (ПП, 5 т/га), 2 вариант – 10 т/га птичьего помета (ПП, 10 т/га), 3 вариант – 15 т/га птичьего помета (ПП, 15 т/га), 4 вариант – 20 т/га птичьего помета (ПП, 20 т/га), 5 вариант – контрольный (без внесения птичьего помета). Размер делянок – 5x10 м. В 2014 г. помет вносили на всю площадь делянок, в 2015 и 2016 гг. каждую делянку разделили на две части: в одну часть помет вносили для изучения его действия, во вторую часть

помет не вносили для оценки последействия помета, внесенного в первый год опыта.

Микрополевой опыт проводили в 2015-2016 гг. в 6 вариантах: 1 вариант – внесение 30 т/га птичьего помета (ПП, 30 т/га), 2 вариант – 40 т/га птичьего помета (ПП, 40 т/га), 3 вариант – 60 т/га птичьего помета (ПП, 60 т/га), 4 вариант – 90 т/га птичьего помета (ПП, 90 т/га), 5 вариант – 120 т/га птичьего помета (ПП, 120 т/га), 6 вариант: контрольный (без внесения птичьего помета). Размер делянок – 1х1 м. В первый год проведения микрополевого опыта птичий помет вносили на все делянки в соответствии с вариантами опыта. Во второй год исследования птичий помет вносили в вариантах ПП, 30 т/га, ПП, 40 т/га, ПП, 60 т/га; не вносили в вариантах ПП, 90 т/га и ПП, 120 т/га с целью изучения влияния последействия высоких доз помета, внесенных в предыдущий год.

Опыты закладывали с яровой мягкой пшеницей сорта Омская 28. Сорт среднепоздний, устойчив к полеганию, обладает средней засухоустойчивостью. Предшественник – соя. Норма высева семян составила 4 млн. шт./га. Посев осуществляли механизированным способом.

В опытах применяли птичий помет, выдержанный в полевом бурте 12 месяцев. Помет на делянки вносили перед посевом культуры вручную, заделку в почву осуществляли механизированным способом. Уборку урожая проводили в фазе полной спелости зерна вручную методом учета пробных площадок.

### **2.3 Погодно-климатические условия**

По агроклиматическому районированию территория проведения опыта относится к умеренно теплomu увлажненному подрайону: сумма температур воздуха за период с температурой выше 10°C составляет 1800-2000°C, сумма осадков за этот же период – 225-250 мм, ГТК=1,4-1,2 (Агроклиматические ресурсы Алтайского края, 1971).

Погодные условия вегетационных периодов (май-август) в годы проведения опытов отличались по тепло- и влагообеспеченности: в 2014 и 2016 гг. ГТК=1,4, в 2015 г. – ГТК=0,9.

## **3. ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ И ПОДГОТОВКИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

### **3.1 Характеристика птичьего помета**

Птичий помет по мере перепревания в бурте изменил свои свойства (снизилась интенсивность запахов, структура помета стала более однородной, сыпучей по консистенции) и химический состав (таблица 1).

Исследования по санитарно-биологическим показателям не выявили в птичьем помете сальмонелл, яиц личинок и взрослых форм гельминтов, что соответствует требованиям ГОСТ 31461-2012.

Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в птичьем помете (Mn 481,8 мг/кг, Fe 1240,3 мг/кг, Cu 35,6 мг/кг, Zn 95,7 мг/кг, Pb 1,0 мг/кг, Cd 0,5 мг/кг в среднем за годы исследования) не превышало допустимой концентрации этих элементов в почве согласно гигиеническому нормативу ГН 2.1.7.2511-09.

Таблица 1 – Химический состав перепревшего помета кур клеточного содержания (в пересчете на сухое вещество), 2014-2016 гг.

Наименование показателя	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее значение за 3 года
Влажность, %	66,30	50,00	53,46	56,59
Зольность, %	34,20	21,18	21,10	25,49
Органическое вещество, %	65,80	78,82	78,9	74,51
pH <sub>сол.</sub>	5,30	6,30	5,70	5,80
pH <sub>вод.</sub>	8,20	7,10	6,10	7,10
Азот общий, %	1,75	3,54	2,92	2,74
Фосфор общий, %	2,06	2,20	2,81	2,36
Калий общий, %	0,74	3,30	0,18	1,41

### 3.2 Технологический процесс утилизации птичьего помета в сельском хозяйстве

Технология утилизации птичьего помета предполагает его предварительное выдерживание в полевом бурте не менее 6 месяцев с целью его естественного обеззараживания и улучшения физических и органолептических свойств для дальнейшего внесения в почву под различные культуры.

Площадки для буртования располагаются рядом с полями, на которые планируется вносить перепревший птичий помет с учетом санитарных норм: они должны быть выровненными, не находиться вблизи ложбин, оврагов, не располагаться на крутых склонах, иметь плотное гидроизолированное основание, не подтапливаться грунтовыми и поверхностными водами, иметь подъездные пути. Размер площадки рассчитывается исходя из нормы внесения помета под выращиваемую культуру и площади внесения. Пометный бурт формируется на 1,5-2 м в высоту, до 5 м в ширину, длина определяется исходя из планируемого объема внесения в почву. По периметру площадку обваловывают земляным валом на высоту около 0,5 м, чтобы исключить перемещение пометной массы за пределы площадки буртования. Влажность помета в буртах должна составлять не более 75% (РД-АПК 1.10.15.02-08).

Формирование пометного бурта осуществляется с помощью бульдозеров, которые обеспечивают перемешивание помета, необходимое для равномерного распределения питательных веществ, придания однородности; плотную укладку помета. Средняя температура в бурте около 35°C («холодный способ» буртования), что приводит к более медленному разложению органики, способствует лучшему сохранению питательных элементов в помете.

Применение помета включает технологические операции: погрузку, транспортировку на поле, распределение по поверхности и заделку в почву. Погрузка помета осуществляется с помощью трактора с навесным погрузчиком. Для транспортировки и разбрасывания помета на поле применяются машины для внесения твердых органических удобрений МТТ-9. Заделка в почву помета осуществляется дисковыми луцильниками.

Таким образом, рассмотренная технология утилизации птичьего помета имеет положительные стороны: является простой в исполнении; все работы полностью механизированы; для персонала не требуются специальные навыки и разрешения на работы с отходами; относительно невысокие капитальные затраты, связанные в основном с приобретением специализированной техники для разбрасывания помета; обеспечивается естественное обеззараживание и дегельминтизация птичьего помета в процессе буртования.

#### 4. ВЛИЯНИЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО

##### 4.1 Влияние различных норм птичьего помета на агрохимические показатели почвы в полевом опыте

На начало проведения полевого опыта почва участков характеризовалась средним содержанием гумуса (5,5%), нейтральной кислотностью ( $pH_{\text{вод.}}=6,8$ ;  $pH_{\text{сол.}}=5,8$ ), высоким содержанием подвижных форм фосфора (217,7 мг/кг) и калия (148,7 мг/кг), низким содержанием нитратного азота (7,2 мг/кг). Внесение птичьего помета в разных дозах оказало влияние на изменение агрохимических показателей почвы.

Кислотность почвы ( $pH_{\text{вод.}}$ ,  $pH_{\text{сол.}}$ ) за годы опыта изменилась с нейтральной до средне- и слабокислой. Процесс подкисления почвы связан с разложением органического вещества почвы и птичьего помета, который усиливался в годы с лучшей тепло- и влагообеспеченностью.

Содержание гумуса в почве увеличивалось по мере роста дозы внесения помета (рисунок 1).

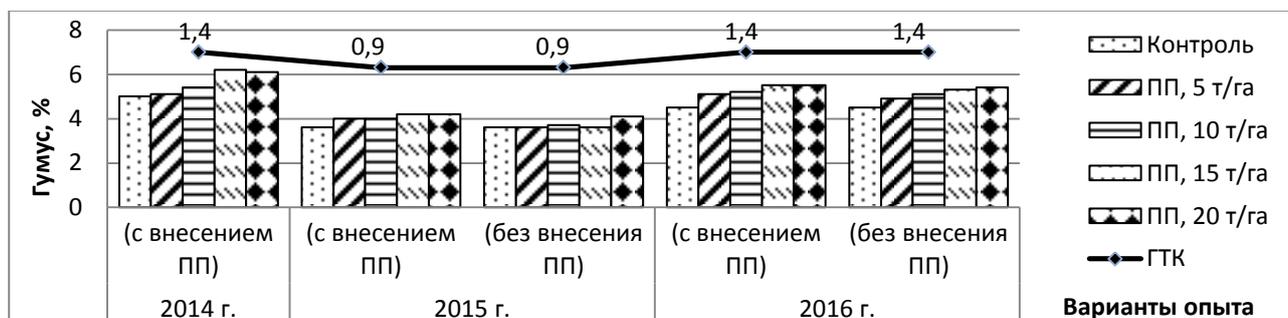


Рисунок 1 – Содержание гумуса в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Максимальное содержание гумуса зафиксировано при внесении 15 и 20 т/га птичьего помета, минимальное – при внесении 5 т/га помета. Последствие помета на содержание гумуса имело аналогичные тенденции, но было слабее прямого действия помета.

Содержание гумуса в почве в 2014 и 2016 гг. ( $ГТК=1,4$ ) было выше по всем вариантам опыта, чем в более засушливый 2015 г. ( $ГТК=0,9$ ).

Влияние вариантов опыта на содержание гумуса, согласно дисперсионному анализу, составило 30,3%; влияние  $ГТК$  – 54,0%.

Содержание валового азота увеличивалось при внесении помета в дозах от 5 до 15 т/га, снижалось при дозе внесения 20 т/га. Колебания значений между вариантами опыта составили 0,3-0,4%. В годы с большим увлажнением минерализация азота шла активнее, и содержание азота в почве снижалось (рисунок 2).

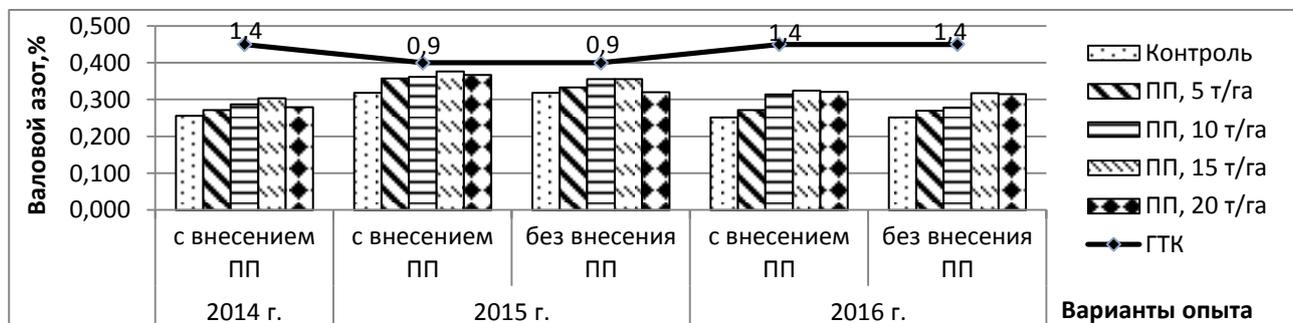


Рисунок 2 – Содержание валового азота в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Ежегодное внесение птичьего помета, его отложенный во времени эффект, погодные условия привели к увеличению содержания нитратного азота в почве, которое на 2016 г. составило от 22,9 (+34,7% к значению контрольного варианта) до 29,5 мг/кг (+73,5% к контрольному варианту) по вариантам опыта. Наибольшее накопление нитратного азота наблюдалось в вариантах ПП, 15 т/га и ПП, 20 т/га.

Последствие помета на содержание валового и нитратного азота имело схожие тенденции с прямым действием помета, но было слабее. Так, максимальное содержание валового азота на конец опыта наблюдалось в вариантах ПП, 15 т/га (0,325%) и ПП, 20 т/га (0,321%), минимальное – в варианте ПП, 5 т/га (0,272%); содержание нитратного азота варьировало от 16,2 до 18,6 мг/кг.

Внесение общего фосфора с пометом в дозах, значительно превышающих вынос фосфора урожаем пшеницы, привело к снижению поглощения фосфора растениями и накоплению его в почве в 2015-2016 гг. (рисунок 3).

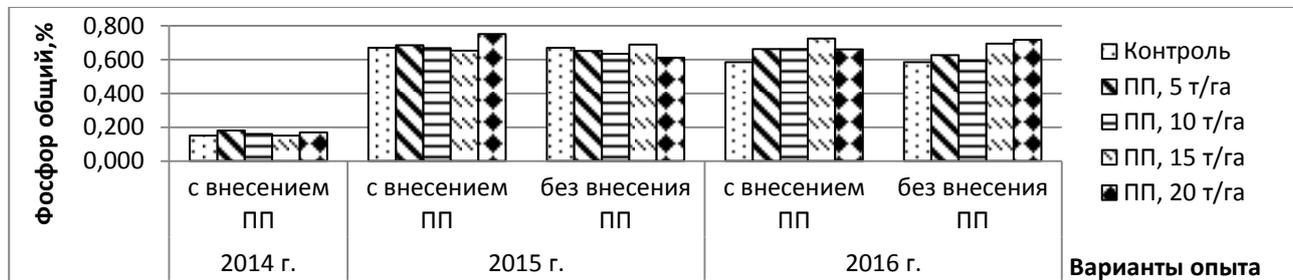


Рисунок 3 – Содержание фосфора общего в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Снижение содержания фосфора общего в почве в 2014 г. по всем вариантам связано с уменьшением сорбционных свойств почвы вследствие

уменьшения показателя кислотности почвы ( $pH_{\text{вод}} < 6,0$ ) (Кудеярова А. Ю., 1995). Повышение в 2015-2016 гг. кислотности почвы ( $pH_{\text{вод.}} 6,0-6,4$ ) создало благоприятные условия для накопления фосфора в почве.

С увеличением дозы внесения помета возрастало содержание подвижного фосфора в почве: от 293,6 мг/кг в варианте ПП, 5 т/га до 418,9 мг/кг в варианте ПП, 20 т/га. В 2016 г. количество подвижного фосфора в почве уменьшилось, что связано с избыточным увлажнением, накоплением подвижных форм фосфора в предыдущие периоды и миграцией фосфора в нижние слои почвы.

Содержание общего калия в опыте было нестабильным: в 2014-2015 г. наблюдалось снижение содержания общего калия относительно значений на начало проведения опыта; в 2016 г. – увеличение показателей по всем вариантам опыта (до 2,78-2,89% на участках с внесением помета, до 2,74-2,96% на участках без внесения помета) (рисунок 4).

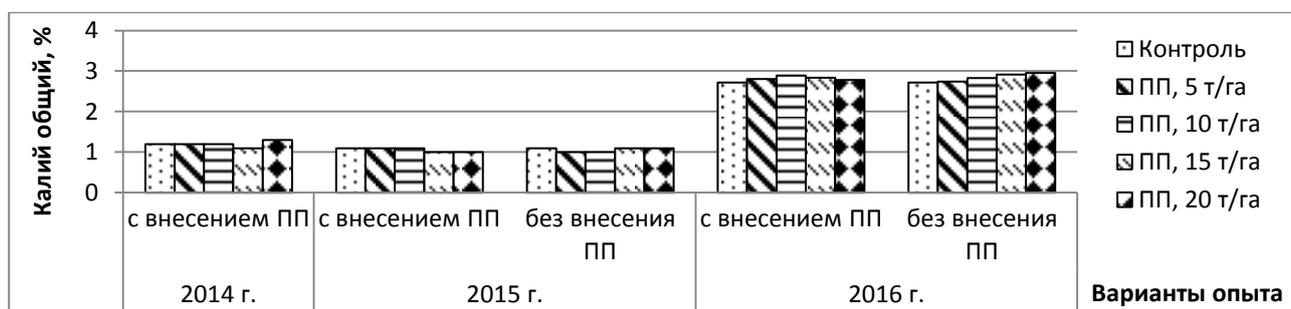


Рисунок 4 – Содержание калия общего в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Рост содержания общего калия в 2016 г. может быть связан с его фиксацией в необменной форме в результате низкой обеспеченности влагой в 2015 г. и снижением доступности для растений, а также с более высоким поступлением калия с птичьим пометом в 2015 г. по сравнению с другими годами опыта. Влияние норм внесения на содержание общего калия в среднем по опыту невысокое – 4%, значимых отличий по вариантам опыта не выявлено.

Содержание подвижного калия по вариантам опыта отличалось нестабильностью: в 2016 г. максимальное значение подвижного калия отмечено в варианте ПП, 5 т/га (344,7 мг/кг) с последующим понижением в вариантах ПП, 10 т/га (233,8 мг/кг) и ПП, 15 т/га (162,6 мг/кг) и увеличением в варианте ПП, 20 т/га (213,1 мг/кг). Аналогичная тенденция изменения содержания подвижного калия прослеживалась на участках с оценкой последействия помета. Доля влияния норм внесения помета на подвижный калий, согласно дисперсионному анализу, в целом по опыту составила 54,4%.

#### 4.2 Влияние различных норм птичьего помета на агрохимические показатели почвы в микрополевым опыте

На начало проведения микрополевого опыта почва участков характеризовалась как среднекислая ( $pH_{\text{вод.}} 5,9$ ), среднегумусная (5,1%), с высоким содержанием подвижного фосфора (210,8 мг/кг) и калия (246,3 мг/кг), с низким содержанием нитратного азота (6,3 мг/кг), близким к

средневзвешенному содержанию по району общего фосфора (0,180%), выше среднего содержанием общего калия (1,3%).

В микрополевым опыте наиболее значительные изменения в свойствах почвы наблюдались в вариантах с внесением 40 и 60 т/га птичьего помета на второй год проведения опыта: кислотность почвы ( $pH_{\text{вод.}}$ ) изменилась до слабокислой; с увеличением дозы внесения наметился рост содержания валового азота; при внесении 40 т/га максимально увеличилось содержание валовых форм фосфора и калия; при внесении 60 т/га наблюдалось максимальное увеличение подвижных форм фосфора, калия, нитратного азота.

Последствие помета в 2016 г. в вариантах ПП, 90 т/га и ПП, 120 т/га привело к увеличению  $pH_{\text{вод.}}$ ; росту содержания гумуса, которое в варианте ПП, 120 т/га превысило первоначальное значение на начало опыта на 0,3%. С увеличением дозы внесения в большую сторону изменилось содержание валовых форм азота и фосфора, подвижного фосфора, снизилось содержание общего и подвижного калия, нитратного азота.

## 5. ВЛИЯНИЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

### 5.1 Результаты полевого опыта с яровой мягкой пшеницей

#### 5.1.1. Влияние различных доз птичьего помета на урожайность и качество урожая яровой мягкой пшеницы в полевым опыте

Максимальная урожайность пшеницы в полевым опыте в среднем за годы исследования была получена при внесении 10 т/га птичьего помета (+58,8% к значению контрольного варианта), минимальная – при внесении 20 т/га птичьего помета (+22,1%) (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность яровой мягкой пшеницы Омская 28 при внесении птичьего помета в качестве удобрения в полевым опыте, 2014-2016 гг.

Варианты опыта	Урожайность, ц/га						
	2014 г.	2015 г.		2016 г.		средние значения	
	с ПП*	с ПП	без ПП**	с ПП	без ПП	с ПП	без ПП
Контроль	20,3	18,4	18,4	16,4	16,4	18,4	17,4
ПП, 5 т/га	31,1	29,6	22,1	25,9	18,6	28,9	20,4
ПП, 10 т/га	29,5	30,5	22,9	27,5	19,0	29,2	20,9
ПП, 15 т/га	23,3	31,8	23,8	23,9	22,6	26,3	23,2
ПП, 20 т/га	20,8	25,1	23,4	21,4	24,1	22,4	23,8
НСР <sub>05</sub> , ц/га	3,6	2,9	1,3	1,7	1,8	х	х

\*с ПП – с внесением птичьего помета; \*\*без ПП - без внесения птичьего помета (оценка последствия)

Последствие птичьего помета показало более низкие прибавки к урожайности относительно контрольного варианта и значений участков с ежегодным внесением помета. Максимальная урожайность после двух лет

последствия помета наблюдалась в вариантах ПП, 15 т/га и ПП, 20 т/га.

Доля влияния норм внесения помета на урожайность, согласно дисперсионному анализу, по годам опыта составила 89,3-94,6% на участках с оценкой действия помета; 91,6-93,7% – на участках без внесения помета.

На урожайность пшеницы также прямое влияние оказывали погодные условия – максимальная урожайность получена в 2015 г. при лучшей обеспеченности теплом и меньшей влажности (ГТК=0,9). Высокая обеспеченность осадками в 2014 и 2016 гг. в сочетании с высокими дозами помета привела к увеличению высоты растений, вегетативной массы, их полеганию, вследствие чего урожайность снижалась.

Степень и теснота связи между урожайностью и различными влияющими факторами была проанализирована с помощью информационно-логического анализа. Методика анализа предполагает оценку количества информации, поступающей от каждого влияющего фактора, на урожайность. По результатам анализа была определена доля участия каждого фактора в урожайности. Доля влияния факторов на урожайность пшеницы на участках с внесением птичьего помета составила: норма внесения помета – 37,5%, содержание гумуса – 17,7%, азота валового – 9,6%, фосфора общего – 9,6%, ГТК вегетационного периода – 7,2%, калия общего – 7,0%,  $pH_{\text{вод}}$  – 6,1%.

Доля влияния факторов на урожайность на участках без внесения помета: норма внесения помета – 43,2%, гумуса – 18,5%, азот валовой – 8,2%,  $pH_{\text{вод}}$  – 8,0%, ГТК – 7,4%, фосфор общий – 7,4%, калий общий – 7,4%.

Модели урожайности, построенные на основе анализа факторов, позволяют осуществлять прогноз урожайности яровой мягкой пшеницы на черноземе оподзоленном в лесостепной зоне Алтайского Приобья.

Качество зерна пшеницы характеризует содержание клейковины и белка. Показатели клейковины были выше на участках с внесением помета в 2014 и 2016 гг., чем в более засушливом 2015 г. Максимальные значения сырой клейковины были получены в 2016 г. при внесении птичьего помета в дозе 20 т/га – 37%, минимальное значение – при внесении 5 т/га (27%). По качеству сырой клейковины зерно отнесено к III классу.

Последствие помета в 2015 и 2016 гг. было слабее прямого действия птичьего помета. В 2015 г. максимальные значения по содержанию клейковины получены на участке ПП, 10 т/га (20%), в 2016 г. – на участке ПП, 20 т/га (33%).

Наибольшее содержание белков наблюдалось в зерне урожая 2016 г. Содержание белков по вариантам опыта на участках с внесением птичьего помета в 2016 г. в 1,2-1,4 раза превышало значения 2014 г., в 1,4-1,5 раза – значения 2015 г. Последствие помета на содержание белка в зерне, как и по клейковине, было слабее прямого действия в среднем на 8,2%. Содержание белков в зерне в полевом опыте зависело от вариантов опыта и ГТК.

### **5.1.2 Влияние разных доз птичьего помета на высоту и полегание растений яровой мягкой пшеницы в полевом опыте**

Внесение птичьего помета привело к увеличению высоты растений пшеницы на участках с внесением помета в среднем за 2014-2016 гг. на 19-

22 см, на участках без внесения помета – на 2-5 см относительно контрольных значений. Отклонение высоты растений от значений контрольных участков было больше в 2014 и 2016 гг. при большей обеспеченности осадками (ГТК=1,4), меньше – в 2015 г. (ГТК=0,9).

Увеличение высоты растений как следствие избыточного азотного питания растений и влияния погодно-климатических факторов привело к полеганию пшеницы во все годы опыта на участках с внесением помета с фазы колошения в вариантах ПП, 15 т/га и ПП, 20 т/га. Степень полегания была выше в годы с большей обеспеченностью осадками.

### **5.1.3 Влияние разных доз птичьего помета на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в полевом опыте**

Внесение птичьего помета в первый год проведения полевого опыта привело к очень сильной засоренности опытных делянок злаковыми сорняками. Максимальная засоренность отмечалась в вариантах ПП, 15 т/га (825,8 шт./м<sup>2</sup>) и ПП, 20 т/га (650,7 шт./м<sup>2</sup>), которая в 4,5-5,7 раза превышала засоренность контрольного участка. С каждым последующим годом засоренность посевов на участках с внесением помета снижалась.

На участках без внесения помета засоренность участков была ниже значений участков с внесением помета в дозах от 5 до 15 т/га и характеризовалась как слабая, в дозе 20 т/га – как средняя в 2015 г., слабая – в 2016 г.

## **5.2 Результаты микрополевого опыта с яровой мягкой пшеницей**

### **5.2.1 Влияние различных доз птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы в микрополевом опыте**

Урожайность пшеницы в 2015 г. в микрополевом опыте не превышала значений контрольного участка (18,4 ц/га). Максимальная урожайность составила 15,6 ц/га (в варианте ПП, 90 т/га), минимальная – 12,9 ц/га (в варианте ПП, 120 т/га). В 2016 г. урожайность по всем вариантам превысила значения контрольного участка. Максимальная урожайность на участках с внесением помета составила 21,1 ц/га в варианте ПП, 40 т/га; на участках без внесения помета – 26,4 ц/га в варианте ПП, 90 т/га. Степень влияния вариантов опыта на урожайность в 2015 г., согласно дисперсионному анализу, составила 82,5%, в 2016 г. – 94,7%.

### **5.2.2 Влияние разных доз птичьего помета на высоту и полегание растений яровой мягкой пшеницы в микрополевом опыте**

В микрополевом опыте наблюдалось увеличение высоты растений яровой пшеницы относительно контрольного варианта в 2015 г. в среднем на 38,9%, в 2016 г. – на 19,5%. Колебание высоты растений по вариантам составляло 2-3 см в 2015 г., 1-3 см в 2016 г. Максимальная высота растений при внесении помета в 2016 г. зафиксирована в варианте ПП, 30 т/га (106 см); на участках без внесения помета – в варианте ПП, 120 т/га (105 см). Влияние птичьего помета на высоту растений, согласно дисперсионному анализу, составило 81,9%, влияние ГТК вегетационного периода – 10,7%. Увеличение высоты растений вызвало полегание яровой пшеницы с фазы колошения во все годы проведения

микрополевого опыта.

### **5.2.3 Влияние разных доз птичьего помета на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в микрополевом опыте**

В микрополевом опыте в 2015 г. засоренность посевов в вариантах с дозой внесения 30-60 т/га характеризовалась как сильная (229-256 шт./м<sup>2</sup>), в вариантах с дозой внесения 90-120 т/га – как очень сильная (315-352 шт./м<sup>2</sup>). В 2016 г. во всех вариантах опыта засоренность посевов оценивалась как очень сильная (320-350 шт./м<sup>2</sup>), что связано с большими объемами внесения помета на единицу площади, хорошей обеспеченностью влагой вегетационного периода. Влияние дозы внесения помета в среднем по микрополевому опыту составило, согласно дисперсионному анализу, 87,8%, влияние ГТК – 5,6%.

## **6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОПОДЗОЛЕННОМ ПОД ПОСЕВЫ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

Расчеты экономической эффективности действия птичьего помета в полевом опыте показали, что наибольший эффект был получен при внесении 5 и 10 т/га птичьего помета. При внесении 5 т/га максимальный условный чистый доход составил 13205,8 руб./га, рентабельность производства зерна – 107,4%. Близким по значению к данному показателю является доза внесения 10 т/га птичьего помета – условный чистый доход составил 12445,1 руб./га, рентабельность – 95,5%. Самая низкая эффективность отмечена при внесении максимальной дозы птичьего помета в варианте ПП, 20 т/га – 5416,9 руб./га при рентабельности производства 37,4%.

Оценка эффективности последствия птичьего помета выполнена с учетом затрат за два года наблюдений (2015-2016 гг.). Максимальный условный чистый доход получен в варианте ПП, 20 т/га – 4901,06 руб./га, рентабельность – 36,5%, минимальный доход получен в варианте ПП, 10 т/га – 3050,06 руб./га, что было связано с более низким качеством зерна и, соответственно, более низкой ценой реализации.

Потенциальная площадь, которую можно обеспечить птичьим пометом в качестве органического удобрения, составляет 9387,0 га при дозе внесения 5 т/га и 4693,5 га при дозе внесения 10 т/га.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. В Алтайском крае ежегодное поступление птичьего помета от предприятий птицеводства составляет более 337 тыс. тонн. Накопление больших объемов помета, нарушение технологий его хранения и утилизации приводят к загрязнению почв азотом, фосфором и их производными формами, тяжелыми металлами I и II класса опасности; интенсификации процессов эвтрофикации водоемов; попаданию в атмосферу газопылевых выбросов; распространению неприятных запахов. Экологически безопасные отходы, отвечающие по своим санитарно-бактериологическим показателям и

содержанию тяжелых металлов, микроэлементов нормативным требованиям, могут быть утилизированы в сельском хозяйстве почвенным методом.

2. Технологический процесс утилизации птичьего помета, предусматривающий его хранение в буртах на открытых полевых площадках, приводит к естественному обеззараживанию помета, сохраняет высокое содержание макроэлементов ( $N_{\text{общ.}}$  – 2,74%,  $P_2O_5$  – 2,36%,  $K_2O$  – 1,41%), улучшает его физические и органолептические свойства (снижается влажность, увеличивается сыпучесть, однородность структуры).

3. Утилизация птичьего помета почвенным методом оказала влияние на агрохимические свойства чернозема оподзоленного в полевом опыте:

- кислотность почвы изменилась с нейтральной до слабо- и среднекислой, но осталась в пределах оптимальной для выращивания яровой пшеницы;
- содержание гумуса за 3 года снизилось с 5,5% до 5,1-5,2% на участках с внесением 5-10 т/га, осталось на уровне начального значения при внесении помета в дозах 15 и 20 т/га;
- увеличилось содержание макроэлементов относительно значений на начало опыта: азота в 1,4-1,6 раза, фосфора – в 2,6-2,9 раза, калия – в 1,1 раза;
- возросло содержание нитратного азота в почве с 7,2 мг/кг на начало проведения опыта до 26,3-29,5 мг/кг по вариантам;
- снизилось содержание подвижных форм фосфора на 10% в среднем по вариантам опыта (до 187,0-211,4 мг/кг);
- увеличилось содержание подвижного калия в 1,1-2,3 раза (до 162,6-344,7 мг/кг по вариантам) по сравнению со значениями на начало проведения опыта.

4. В микрополевым опыте с дозами внесения от 30 до 120 т/га птичьего помета изменения в агрохимических свойствах были аналогичны изменениям в полевом опыте: незначительно снизился показатель кислотности почвы; уменьшилось содержание гумуса (кроме варианта с максимальной дозой внесения 120 т/га, где произошло увеличение содержания гумуса на 5%); увеличилось содержание нитратного азота. При этом отмечается прямая зависимость от дозы внесения помета.

5. Птичий помет способствовал увеличению урожайности яровой пшеницы. В полевом опыте в среднем за 3 года максимальный рост урожайности составил 58,7% при дозе внесения 10 т/га птичьего помета. В микрополевым опыте максимальный рост урожайности на 20,7% за 2 года отмечался при внесении 90 т/га птичьего помета.

6. В полевом опыте отмечалось полегание пшеницы с фазы колошения при внесении помета в дозах 15 и 20 т/га. Сильное полегание наблюдалось в годы с наибольшим количеством осадков, среднее – с меньшим. В микрополевым опыте полегание растений наблюдалось во всех вариантах во все годы исследования.

7. Внесение птичьего помета привело к засорению почвы семенами сорных растений. Максимальная засоренность в полевом опыте наблюдалась в первый год проведения опыта на делянках с внесением 15 и 20 т/га (825,8 и

650,7 шт./м<sup>2</sup>), которая в 4,5-5,7 раза превышала засоренность контрольного участка. В микрополевым опыте наибольшая засоренность посевов отмечалась по всем годам опыта на участках с внесением 90 и 120 т/га птичьего помета (315 и 352 шт./м<sup>2</sup> в среднем за 2 года).

8. Качество полученного урожая оценивалось по показателям клейковины, содержанию белка. Показатели качества по годам исследования были нестабильны. Максимальные значения показателей качества зерна в полевым опыте наблюдались при внесении 20 т/га птичьего помета: содержание белка – 15%, сырой клейковины – 28%.

9. При оценке экономической эффективности утилизации птичьего помета было установлено, что наиболее целесообразными для применения являются минимальные дозы внесения птичьего помета. При внесении 5/га птичьего помета получен максимальный условный чистый доход 13205,8 руб./га, при внесении 10 т/га птичьего помета – 12445,1 руб./га.

10. Площадь, которая потребуется для утилизации птичьего помета клеточного содержания ЗАО «Алтайский бройлер» при максимально возможной норме внесения 10 т/га составит 9387,0 га при дозе внесения 5 т/га и 4693,5 га при дозе внесения 10 т/га (при влажности помета 50%).

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

1. Экологически безопасный птичий помет является источником питательных элементов и органического вещества, поэтому может быть утилизирован внесением в почву, что позволит снизить объемы накапливаемого помета в местах расположения птицефабрик, снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.
2. Утилизация птичьего помета почвенным методом предполагает предварительное выдерживание птичьего помета в буртах на специально подготовленных площадках не менее 6 месяцев, что приведет к обеззараживанию помета, снижению его влажности, увеличению сыпучести.
3. Для равномерного распределения птичьего помета по поверхности поля применяются машины для внесения органических удобрений типа МТТ-9. Для уменьшения потери питательных веществ из птичьего помета необходимо производить заделку помета в почву.
4. Максимальная эффективная доза внесения птичьего помета на черноземе оподзоленном под посевы яровой пшеницы составляет 10 т/га.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

#### **Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ**

1. Малютин Л. А. Влияние птичьего помета на урожайность яровой пшеницы при внесении в черноземные почвы на Алтае / Тиньгаев А. В., Малютин Л. А., Шепталов В. Б. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 22-24.

2. Малютина Л. А. Влияние различных норм внесения птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы в Бийско-Чумышской зоне Алтайского края / Тиньгаев А. В., Малютина Л. А. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. – № 12. – С. 41-44.
3. Малютина Л. А. Влияние птичьего помета на урожайность яровой пшеницы и плодородие почв Алтайского края // Агрохимический вестник. – 2015. – № 6. – С. 48-51.
4. Малютина Л. А. Информационно-логическая модель урожайности яровой пшеницы при внесении птичьего помета в качестве удобрения / Тиньгаев А. В., Малютина Л. А. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 10 (144). – С. 24-29.

#### **Публикации в других изданиях**

1. Малютина Л. А. Эколого-экономическая оценка использования птичьего помета // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / IX Международная научно-практическая конференция (5-6 февраля 2014 г.). Барнаул: РИО АГАУ, 2014. Кн. 2. 624 с. – С. 448-449.
2. Малютина Л. А. Информационная система поддержки принятия решений в оценке отходов птицеводства // Наука и современность – 2014: сборник материалов XXIX Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. – 315 с. – С. 149-152.
3. Малютина Л. А. Использование органических отходов птицефабрики в сельском хозяйстве / Тиньгаев А. В., Малютина Л. А. // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / X Международная научно-практическая конференция (4-5 февраля 2015 г.). Барнаул: РИО АГАУ, 2015. Кн. 2. 602 с. – С. 323-324.
4. Малютина Л. А. Влияние различных норм внесения птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / XI Международная научно-практическая конференция (4-5 февраля 2016 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. Кн. 2. 573 с. – С. 169-171.
5. Малютина Л. А. Информационно-логический анализ в исследовании влияния отходов птицеводства на урожайность яровой пшеницы // Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения. Материалы международной научной конференции. Том I. –М.: Изд. ВНИИА, 2016. – 462 с. – С. 319-324
6. Малютина Л. А. Оценка влияния птичьего помета на урожайность зерна и его качество с использованием информационно-логического анализа // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / XII Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2017 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. Кн. 2. 704 с. – С. 187-188.