

Научная статья  
УДК 631.86  
DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-85-90

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОПЫТЕ УДОБРЕНИЙ

Бутов Максим Дмитриевич<sup>1</sup>, Леденёв Иван Михайлович<sup>2</sup>,  
Зубкова Татьяна Владимировна<sup>3</sup>✉

<sup>1,2,3</sup>Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, Россия

<sup>1</sup>maksim.butov.2000@yandex.ru

<sup>2</sup>ivan-ledenyow.student@yandex.ru

<sup>3</sup>zubkovatanua@yandex.ru✉

**Аннотация.** Исследовано использование побочных продуктов животноводства в качестве удобрений под яровую пшеницу сорта Аквилон и озимую пшеницу сорта Степь. Одной из важных задач сельхозтоваропроизводителей является использование удобрений при возделывании агрокультур с минимальным отрицательным эффектом на почву и конечную готовую продукцию. Опыты проводились в условиях Елецкого района Липецкой области на учебном поле ЕГУ им. И.А. Бунина в 2021-2023 гг. Исследования осуществляли по следующим схемам опыта. Схема опыта 1: 1.Контроль. 2.Рогокопытный шрот. 3.Кровяная мука. 4.Овечья шерсть. 5. Перо птицы. Внесение отходов осуществляли в дозе 150 г/м. Схема опыта 2 включала в себя те же варианты, но предварительно отходы подвергались ферментации препаратами Микориза и СБТ-Экосоил (5 г действующего вещества на 1 кг отходов). Высокая продуктивность получена от применения в качестве удобрения овечьей шерсти, которая характеризовалась высокими показателями по азоту (18,3%) и фосфору (1,1%). На 1,7% азота отмечалось меньше в рогокопытном шроте, в птичьем пере на 3,1% и в кровяной муке на 4,4%. В данных видах отходов фосфор находился в пределах 0,7-0,85%. Использование органических отходов способствовало увеличению протеина и клейковины в зерне. Максимальное количество клейковины отмечалось в зерне, полученном на вариантах рогокопытный шрот (21,4%) и овечья шерсть (21,8%). Максимальная урожайность яровой и озимой пшеницы зафиксирована на варианте с применением овечьей шерсти, которая составила соответственно 78,1 и 94,2 ц/га.

**Ключевые слова:** удобрение, овечья шерсть, кровяная мука, рогокопытный шрот, перья, азотосодержащие отходы животного происхождения

**Для цитирования:** Бутов М.Д., Леденев И.М., Зубкова Т.В. Продуктивность и качество зерновых культур в зависимости от используемых в опыте удобрений // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1 (31). С. 85-90. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-85-90>.

Original article

## PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN CROPS DEPENDING ON THE FERTILIZERS USED IN THE EXPERIMENT

Maxim D. Butov<sup>1</sup>, Ivan M. Ledenev<sup>2</sup>, Tatiana V. Zubkova<sup>3</sup>✉

<sup>1,2,3</sup>Bunin Yelets State University, Lipetsk region, Yelets, Russia

<sup>1</sup>maksim.butov.2000@yandex.ru

<sup>2</sup>ivan-ledenyow.student@yandex.ru

<sup>3</sup>zubkovatanua@yandex.ru✉

**Abstract.** The use of animal by-products as fertilizers for spring wheat of the Aquilon variety and winter wheat of the Steppe variety has been studied. One of the important tasks of agricultural producers is the use of fertilizers in the cultivation of agricultural crops with minimal negative effect on the soil and final finished products. The experiments were conducted in the conditions of the Yelets district of the Lipetsk region on the training field of I.A. Bunin YSU in 2021-2023. The research was carried out according to the follow-

ing experimental schemes. The scheme of the experience is 1: 1.Control; 2.Corn meal; 3.Blood meal; 4.Sheep wool; 5. Bird feather. The introduction of waste was carried out at a dose of 150 g /m<sup>2</sup>. The scheme of experiment 2 included the same options, but previously the waste was fermented with Mycorrhiza preparations and SBT-Ecosoil (5 g of active substance per 1 kg of waste). High productivity was obtained from the use of sheep wool as a fertilizer, which was characterized by high nitrogen (18.3%) and phosphorus (1.1%). There was 1.7% less nitrogen in the horn meal, 3.1% less in bird feather and 4.4% less in blood meal. In these types of waste, phosphorus was in the range of 0.7-0.85%. The use of organic waste has contributed to an increase in protein and gluten in the grain. The maximum amount of gluten was noted in the grain obtained in the variants of corn meal (21.4%) and sheep wool (21.8%). The maximum yield of spring and winter wheat was recorded on the variant using sheep wool, which amounted to 78.1 and 94.2 kg/ha, respectively.

**Keywords:** fertilizer, sheep wool, blood meal, horn meal, feathers, nitrogen-containing waste of animal origin

**For citation:** Butov M.,D., Ledenev I.M., Zubkova T.V. Productivity and quality of grain crops depending on the fertilizers used in the experiment. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 1 (31), pp. 85-90. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-85-90>.

### Введение

Мясоперерабатывающая промышленность производит большое количество побочных продуктов, примерно 150 миллионов тонн в год. Живая масса животных подразделяется на съедобные, несъедобные и побочные продукты, которые составляют 66%, 52% и 80% от общей живой массы крупного рогатого скота, баранины и птицы соответственно. В настоящее время лишь небольшой процент этих побочных продуктов используется для производства продуктов с высокой добавленной стоимостью, таких как корма для животных, но основным направлением является их прямое захоронение на свалках. Существующие способы по утилизации этих побочных продуктов являются проблематичными, способствуя загрязнению окружающей среды, деградации почвы и загрязнению воздуха. При этом такие отходы могут быть богаты микро и макроэлементами.

Азот – является одним из самых важных питательных элементов для растений. Существует широкий спектр доступных органических источников азота, но они различаются по стоимости, содержанию и доступности.

Недостаток азота может сказаться на эффективности и прибыльности производства в растениеводстве, и в то же время неэффективное использование азотистых удобрений может привести к загрязнению водоемов, прилегающих к сельскохозяйственным угодьям.

Управление плодородием является важным аспектом для производства зерновых культур, особенно когда мы имеем дело с органическим сельским хозяйством.

Отходы животноводства, скотобоен и текстильной промышленности, которые включают в себя шерсть, перья, копыта и рога составляют во всем мире более 5 000 000 тонн в год. В последние годы с ростом спроса на экологически чистые материалы. Данные белковые побочные продукты стали рассматриваться как возобновляемый ресурс в качестве удобрений [1].

В год одна овца грубошерстной породы может принести 0,6 кг шерсти. В отраслях по переработке шерсти около 10-15% шерсти считается отходами. Отходы шерсти легкие, объёмные и белковые по своей природе.

Органические добавки постепенно внедряются в земледелии в качестве альтернативы синтетическим удобрениям с целью улучшения состояния почвы. Эффективная переработка органических отходов поможет снизить загрязнение окружающей среды и способствовать увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Известно, что овечья шерсть содержит 50% углерода, 14,6% азота, 5% серы и такие микроэлементы, как кобальт, медь, железо, марганец, цинк и молибден, которые играют жизненно важную роль в питании растений. Также отходы шерсти выступают в качестве водосберегающего субстрата, поскольку способны сохранять значительное количество влаги при использовании их в

качестве удобрения [2,4]. Птичье перо составляет до 10% от общей массы тела цыплят и образуется в огромных количествах на птицебойнях, а также в домашнем хозяйстве при переработке птицы. Эти миллиарды килограммов пера создают серьезную проблему твердых отходов во всем мире. Утилизация птичьего пера является сложным и дорогим процессом, а его нынешнее использование не имеет экономической ценности. Из перьев делают кормовую добавку, сначала перо обжаривают или обрабатывают при повышенной температуре и давлении, а после сушки его измельчают в порошок. Такой процесс является дорогостоящим, а белок, содержащийся в порошке, обладает низкой питательной ценностью. Перьевую муку в отдельных странах используют, как биоудобрение, которое является легкодоступным и недорогим источником азота (до 15% общего азота) [7].

Рогокопытный шрот – одно из органических удобрений, которое наиболее широко используется итальянскими сельхозпроизводителями. Оно применяется в комплексе с химическими удобрениями для выращивания сельскохозяйственных культур.

Известным фактом является то, что рогокопытный шрот содержит около 14% азота [3, 5].

Кровяная мука – это органическое азотное удобрение, содержащее около 10-13% органического азота. Влияние кровяной муки на органическое вещество почвы и ее плодородие в настоящее время является мало изученным вопросом [6].

В связи с увеличением потребительского спроса на животноводческую продукцию и в последующем несоблюдении санитарных норм по утилизации азотосодержащих отходов, таких как волокнистые побочные продукты шерстяной текстильной промышленности, рогокопытный шрот, птичье перо и кровяная мука представляет собой серьезную экологическую проблему. В данном случае стоит острый вопрос по разработке эффективной технологии использования данных отходов в качестве удобрения в растениеводстве.

Цель исследования – определить качество зерновых культур на фоне применения отходов животного происхождения.

### **Объекты и методы исследований**

Опыты проводились в 2021-2023 годах в условиях учебного опытного поля и научно-исследовательской лаборатории ЕГУ имени И. А. Бунина.

Схема опыта 1: 1.Контроль. 2.Рогокопытный шрот. 3.Кровяная мука. 4.Овечья шерсть. 5. Перо птицы. Внесение отходов осуществляли в дозе 150 г/м<sup>2</sup>.

Схема опыта 2 включала в себя те же варианты, но предварительно отходы подвергались ферментации препаратами Микориза и СБТ-Экосоил (5 г действующего вещества на 1 кг отходов).

Размер посевной делянки составил 2×4 м, а учетной – 1×2 м. Удобрения вносили перед посевом. Норма высева пшеницы составила 400 шт./м<sup>2</sup>.

Объекты исследования – сорт яровой пшеницы Аквилон и сорт озимой пшеницы Степь. Аквилон создан из гибридных форм СРВТ 03-818 х Amaretto. Сорт среднеурожайный, устойчив к полеганию, вредителям и болезням. Среднеспелый сорт озимой пшеницы Степь включен в государственный реестр селекционных достижений РФ в 2018 году.

СБТ-Экосоил – препарат для улучшения микробиологического состояния почвы, содержит концентрированные формы ризосферных микроорганизмов.

Микориза – содержит дружественные растениям грибы, которые формируют с корнями взаимовыгодный симбиоз.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Анализ отходов на содержание макроэлементов показал, что максимальное количество азота зафиксировано в овечьей шерсти - 18,3%. На 1,7% азота было меньше в рогокопытном шроте, в птичьем пере на 3,1% и в кровяной муке на 4,4%. Высокими показателями по фос-

фору отличались отходы овечьей шерсти (1,1%). В остальных видах отходов данный элемент находился в пределах 0,7-0,85% (табл.1).

Таблица 1. Показатели качества отходов

Показатель	Рогокопытный шрот	Кровяная мука	Овечья шерсть	Птичье перо
Азот, %	16,6	13,9	18,3	15,2
Фосфор, %	0,8	0,7	1,1	0,85
Калий, %	0,95	0,09	0,9	1,1

Показатели качества зерна пшеницы, полученного на вариантах, где вносили отходы в качестве удобрения, были выше относительно контроля. Протеин находился в пределах от 12,9 до 14,1%, а на контроле – 12,1%. Количество клейковины максимальное отмечалось в зерне, полученном на вариантах рогокопытный шрот (21,4%) и овечья шерсть (21,8%) (табл.2).

Таблица 2. Урожайность и показатели качества зерна пшеницы при использовании отходов

	Контроль	Рогокопытный шрот	Кровяная мука	Овечья шерсть	Птичье перо
Озимая пшеница					
Протеин, %	12,1	13,5	12,9	14,1	13,3
Влажность, %	12,9	12,7	12,6	13,0	12,7
Клейковина, %	18,4	21,4	20,3	21,8	20,8
ЧП, с	69	73	79	91	70
Стекловидность, %	43	51	50	67	54
Натура, г/л	750	898	789	942	827
Масса, 1000 шт	39,7	41,3	40,7	42,6	41,9
Урожайность, ц/га	75,0	89,8	78,9	94,2	82,7
Яровая пшеница					
Протеин, %	14,7	14,8	15,0	16,5	15,7
Влажность, %	12,1	12,3	12,1	12,4	12,2
Клейковина, %	26,3	26,8	28,4	31,3	30,2
ЧП, с	220	228	298	333	319
Стекловидность, %	69	74	86	91	87
Натура, г/л	728	730	731	789	764
Масса, 1000 шт	32,8	3,3,0	34,8	36,5	36,2
Урожайность, ц/га	47,8	54,6	57,5	78,1	67,7

Урожайность озимой пшеницы составила по вариантам 75,0-94,2 ц/га, а яровой – 47,8-78,1ц/га.

Листовую диагностику на обеспеченность азотом в вегетативной массе растений пшеницы осуществляли с помощью N-Test "ЯРА" в фазе выхода в трубку. Установлено, что на вариантах с применением препаратов СБТ-Экосоил и Микориза содержание азота в растениях было более высокое относительно контроля. Следовательно, микроорганизмы и грибы, содержащиеся в исследуемых агрохимикатах, помогают быстрому и эффективному разрушению кератина, находящегося в отходах животного происхождения, тем самым способствуя более быстрому потреблению азота растениями (табл.3).

Таблица 3. Показания «N-Test» на пшенице в вегетативной массе, %

	Контроль	Рогокопытный шрот	Кровяная мука	Овечья шерсть	Птичье перо
озимая пшеница					
Контроль	427	458	415	537	498
СБТ-Экосоил	462	476	432	555	518
Микориза	454	461	429	549	516
яровая пшеница					
Контроль	567	571	585	674	623
СБТ-Экосоил	598	613	627	729	667
Микориза	607	620	369	721	680

Показания «N-Test» были максимальными на варианте с применением в качестве органического удобрения овечьей шерсти, предварительно обработанной СБТ-Экосоил, которые составили у озимой пшеницы – 555, а у яровой – 729.

### Выводы

1. По данным исследований, отходы животного происхождения с высоким содержанием азота можно использовать в сельскохозяйственном производстве, а именно как удобрение для повышения урожайности с целью получения органической продукции.
2. Максимальная урожайность яровой и озимой пшеницы зафиксирована на варианте с применением овечьей шерсти, которая составила соответственно 78,1 и 94,2 ц/га.

### Список источников

1. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Свойства органоминерального удобрения на основе куриного помета и применение его в технологии ярового рапса на семена // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1 (53). С. 46-55.
2. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Продуктивность сельскохозяйственных культур при использовании органоминеральных удобрений на основе отработанного грибного компоста // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 1. С. 20-30.
3. Abdallah A., Ugolini F., Baronti S., Maienza A., Camilli F., Bonora L., Martelli F., Primi-cerio J., Ungaro F. The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil // Int J Recycl Org Waste Agric. 2019.
4. Ciavatta C. et al. Influence of blood meal organic fertilizer on soil organic matter: A laboratory study // Journal of plant nutrition. 1997. Vol. 20. No. 11. Pp. 1573-1591.
5. Jang J.E. et al. Application effects of organic fertilizer utilizing livestock horn meal as domestic organic resource on the growth and crop yields // Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association. 2019. Vol. 27. No. 2. Pp. 19-30.
6. Joardar, J.C., Rahman, M.M. Poultry feather waste management and effects on plant growth // Int J Recycl Org Waste Agricult. 2018. Pp. 183-188.
7. Perça-Crişan S. et al. Closing the loop with keratin-rich fibrous materials // Polymers. 2021. Vol. 13. No. 11. Pp. 1896.

### References

1. Zubkova T.V., Vinogradov D.V. Properties of organomineral fertilizer based on chicken manure and its application in the technology of spring rapeseed for seeds. Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2021, no. 1 (53), pp. 46-55.
2. Zubkova T.V., Vinogradov D.V. Productivity of agricultural crops when using organomineral fertilizers based on spent mushroom compost. Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy, 2023, vol. 18, no 1, pp. 20-30.

3. Abdallah A, Ugolini F, Baronti S, Maienza A, Camilli F, Bonora L, Martelli F, Primicerio J, Ungaro F. The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil. *Int J Recycl Org Waste Agric*, 2019.

4. Ciavatta C. et al. Influence of blood meal organic fertilizer on soil organic matter: A laboratory study. *Journal of plant nutrition*, 1997, vol. 20, no. 11, pp. 1573-1591.

5. Jang J. E. et al. Application effects of organic fertilizer utilizing livestock horn meal as domestic organic resource on the growth and crop yields. *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 2019, vol. 27, no. 2, pp. 19-30.

6. Joardar J.C., Rahman, M.M. Poultry feather waste management and effects on plant growth. *Int J Recycl Org Waste, Agricult* 7, 2018, pp. 183-188.

7. Perța-Crișan S. et al. Closing the loop with keratin-rich fibrous materials. *Polymers*, 2021, vol. 13, no. 11, pp. 1896.

#### **Информация об авторах**

**М.Д. Бутов** – студент;

**И.М. Леденев** – студент;

**Т.В. Зубкова** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции агропромышленного института.

#### **Information about the authors**

**M. D. Butov** – Student;

**I. M. Ledenev** – Student;

**T.V. Zubkova** – Candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agrotechnology, storage and processing of agricultural products.