

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЗЕРНООТХОДОВ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ

Н. Ф. Терлецкая, кандидат биологических наук
А. С. Антонюк, научный сотрудник

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Аннотация. Представлены результаты исследований (2016–2017 гг.) по оценке влияния органического удобрения, полученного путем компостирования зерноотходов и навоза крупного рогатого скота в соотношении 1 : 7, на продуктивность кукурузы. Установлено, что данное удобрение по своему составу не уступает традиционным органическим удобрениям. Массовая доля общего азота в нем составляет 0,60 %, фосфора – 0,31 %, калия – 0,37 %. Внесение разработанного удобрения в дозе 40–60 т/га способствовало существенному увеличению урожайности зеленой массы кукурузы и улучшению питательной ценности корма. В опытном варианте с применением данного удобрения урожайность зеленой массы кукурузы составила 346,5–389,5 ц/га, в контроле – 264,5 ц/га, урожайность сухого вещества – 89,1–102,1 ц/га и 61,4 ц/га, обменной энергии – 10,66–11,08 МДж/кг и 10,54 МДж/кг, выход кормовых единиц – 81,97–101,08 ц/га и 55,26 ц/га соответственно. При применении разработанного удобрения в дозе 40–60 т/га содержание нитратов в зеленой массе кукурузы не превышало предельно допустимую концентрацию.

Ключевые слова: зерноотходы, побочные продукты животноводства, компостирование, органическое удобрение, продуктивность, кукуруза, нитраты.

N. F. Tsiarletskaia, A. S. Antoniuk.

THE INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZER BASED ON GRAIN WASTE AND LIVESTOCK BY-PRODUCTS TO CORN PRODUCTIVITY

Abstract. The results of studies (2016–2017) assessing the effect of organic fertilizer, obtained by composting grain waste and cattle manure, on corn productivity are presented. It has been established that this fertilizer is not inferior in composition to traditional organic fertilizers. The mass fraction of total nitrogen in it is 0,60 %, phosphorus – 0,31 %, potassium – 0,37 %. The application of the developed fertilizer at a dose of 40–60 t/ha contributed to a significant increase in the yield of green mass of corn and improved the nutritional value of the feed. In the variant with the use of this fertilizer, the yield of green mass of corn was 346,5–389,5 c/ha, in the control – 264,5 c/ha, the yield of dry matter – 89,1–102,1 c/ha and 61,4 c/ha, metabolic energy – 10,66–11,08 MJ/kg and 10,54 MJ/kg, feed unit yield – 81,97–101,08 c/ha and 55,26 c/ha respectively. When using the developed fertilizer at a dose of 40–60 t/ha, the nitrate content in the green mass of corn did not exceed the maximum permissible concentration

Keywords: grain waste, livestock by-products, composting, organic fertilizer, productivity, corn, nitrates.

Введение

Проблема переработки отходов актуальна для всех отраслей промышленного производства, в том числе зерноперерабатывающих предприятий. При производстве основного продукта используется, как правило, не более 30 % от массы исходного сырья, остальная же его часть относится к отходам [1]. Между тем зерноотходы многокомпонентны по составу питательных элементов, имеют органическую природу, что подтверждает целесообразность их применения для получения органических удобрений.

Строительство крупных животноводческих комплексов, высокая концентрация на них крупного рогатого скота (КРС) актуализируют также проблему рациональной утилизации побочных продуктов животноводства. В результате деятельности животноводческой отрасли ежегодно образуется около 65 млн тонн навоза КРС [2], выход жидкого навоза и навозных стоков (без учета технологической воды) составляет свыше 12 млн тонн [3]. Одним из направлений утилизации отходов зерноперерабатывающих предприятий и побочных

продуктов животноводства является компостирование, позволяющее, с одной стороны, рационально использовать удобрительный потенциал данных субстратов, с другой – снизить негативное влияние на окружающую среду. В процессе компостирования теряют жизнеспособность семена сорных растений, погибают патогенные микроорганизмы, содержащиеся в свежем навозе КРС, органическое удобрение становится более концентрированным и био-

логически активным [4]. Компосты на основе навоза оказывают положительное влияние на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур [5, 6].

Цель статьи – оценить влияние органического удобрения на основе отходов зерноперерабатывающих предприятий и побочных продуктов животноводства на урожайность кукурузы и качество растениеводческой продукции.

Материалы и методы исследований

Объект исследований – органическое удобрение, полученное путем компостирования отходов зерноперерабатывающих предприятий и побочных продуктов животноводства (навоз КРС) в соотношении 1 : 7.

Общий запас семян сорных растений в зерноотходах / компосте определялся по формуле

$$M_T = K \frac{1000}{P},$$

где M_T – запас семян сорных растений в 1 т зерноотходов / компоста, шт.; K – количество семян сорных растений в анализируемой навеске, шт.; P – навеска зерноотходов / компоста, взятая на анализ, кг.

Всхожесть семян сорных растений оценивалась в лабораторных условиях при оптимальных показателях температуры и влажности [7].

Экспериментальные участки были заложены на полево-м стационаре «Агробиостанция»

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ результатов исследований (2016–2017 гг.) состава отходов зерноперерабатывающих предприятий Брестской обл. показал, что по содержанию питательных веществ для растений они не уступают традиционным органическим удобрениям. Так, при естественной влажности содержание фосфора в них составляет 0,74–1,29 %, калия – 0,88–1,00 %, азота – 2,05–2,38 %. Кроме того, зерноотходы характеризуются высоким содержанием органического

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина» на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной, сменяемой с глубины 0,44 м рыхлым песком почве с посевом гибрида кукурузы Краснодарский 194 МВ.

Агротехника возделывания – общепринятая для Беларуси [8]. Удобрения вносились под вспашку. Учет урожая – сплошной поделочный.

Массовая доля общего азота в удобрении определялась по ГОСТ 26715¹, общего фосфора – по ГОСТ 26717², общего калия – по ГОСТ 26718³, содержание органического вещества – на основе термогравиметрического метода в соответствии с ГОСТ 27980⁴. Отбор растительных образцов проводился по ГОСТ 27262⁵.

Статистическая обработка данных выполнена с использованием методов математической статистики, описанных Б. А. Доспеховым [9].

вещества – 90,1–95,7 % [10]. Однако в отходах зерноперерабатывающих предприятий могут содержаться семена сорных растений, что является одним из сдерживающих факторов их применения в качестве удобрений. Наши исследования показали, что количество всхожих семян сорняков в зерноотходах может варьироваться от 80 тыс. шт/т до 8 млн шт/т. Допустимо вносить на поля органические удобрения (при влажности менее 90 %), в которых

¹ Удобрения органические. Методы определения общего азота: ГОСТ 26715–85. М., 1986. 16 с.

² Удобрения органические. Метод определения общего фосфора: ГОСТ 26717–85. М., 1986. 8 с.

³ Удобрения органические. Метод определения общего калия: ГОСТ 26718–85. М., 1986. 8 с.

⁴ Удобрения органические. Методы определения органического вещества: ГОСТ 27980–88. М., 1989. 11 с.

⁵ Корма растительного происхождения. Методы отбора проб: ГОСТ 27262–87. М., 2002. 12 с.

количество всхожих семян сорных растений – менее 300 тыс. шт/т. При превышении данного показателя по засоренности одним из способов снижения количества жизнеспособных семян сорных растений является компостирование. В качестве наполнителей для получения компоста могут использоваться различные компоненты, в том числе побочные продукты животноводства.

Нами разработано органическое удобрение¹, полученное путем компостирования зерноотходов с навозом КРС в соотношении 1 : 7 (по массе). Массовая доля общего азота в данном удобрении составила 0,60 %, фосфора – 0,31 %, калия – 0,37 % (на естественную влажность). По содержанию семян сорных растений удобрение пригодно для внесения на поля при возделывании сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований показали, что при применении разработанного удобрения в дозе 40–60 т/га полевая всхожесть кукурузы находилась на уровне контрольного варианта и составила 88–93 %. Внесение удобрения оказало положительное влияние на рост растений: различия по высоте растений между опытными и контрольным вариантом были статистически достоверны. Так, в фазе молочно-восковой спелости высота растений в варианте с внесением 40 т/га компоста составила $218,3 \pm 5,49$ см, 60 т/га – $241,2 \pm 8,24$ см, в контроле – $189,4 \pm 5,44$ см (таблица).

Как свидетельствуют результаты исследований, внесение разработанного удобрения существенно повлияло на урожайность кукурузы. В частности, в опытном варианте с приме-

нением удобрения в дозе 40 т/га сформировалась урожайность зеленой массы кукурузы на уровне 346,5 ц/га, в дозе 60 т/га – 389,5 ц/га, что, соответственно, на 31,0 и 47,2 % выше по сравнению с контролем.

Установлено, что в зеленой массе кукурузы в фазе молочно-восковой спелости содержание сухого вещества при применении разработанного удобрения составило 25,7–26,2 %, в контроле – 23,2 %, урожайность сухого вещества – 89,1–102,1 ц/га и 61,4 ц/га соответственно.

При внесении органического удобрения возросла питательная ценность корма. Содержание кормовых единиц в варианте с дозой внесения удобрения 40 т/га составило 0,92; 60 т/га – 0,99; в контроле – 0,90; обменной энергии – 10,66, 11,08 и 10,54 МДж/кг сухого вещества соответственно.

Применение органического удобрения обеспечило продуктивность кукурузы на уровне 81,97–101,08 ц/га кормовых единиц, что на 26,71–45,82 ц/га выше, чем в контроле (рисунок).

Интенсивное применение удобрений может привести к избыточному накоплению нитратов в растениях, повышенное содержание которых в кормах приводит к ухудшению качества продукции, токсически действует на организм животных и человека. Как показали результаты проведенных исследований, при применении разработанного удобрения в дозах 40–60 т/га содержание нитратов в зеленой массе кукурузы находилось на уровне контроля и не превышало предельно допустимой концентрации (500 мг/кг)².

Таблица. Результаты статистического анализа динамики роста кукурузы (2017)

Вариант опыта	Высота растений, см				
	11.06.	18.06.	28.06.	17.07.	07.08.
Контроль	$24,8 \pm 0,51$	$39,1 \pm 2,37$	$51,1 \pm 2,25$	$149,9 \pm 5,60$	$189,4 \pm 5,44$
Удобрение, 40 т/га	$26,4 \pm 0,82$	$45,4 \pm 3,87$	$62,8 \pm 3,83$	$179,8 \pm 3,20$	$218,3 \pm 5,49$
Удобрение, 60 т/га	$27,7 \pm 0,66$	$52,1 \pm 2,62$	$62,0 \pm 3,85$	$199,1 \pm 6,49$	$241,2 \pm 8,24$

¹ Удобрение органическое на основе отходов животноводства с добавлением отходов зерноперерабатывающих предприятий: ТУ BY 290986590.001-2018. URL: <https://gskp.by/produkcija/item/udobrenie-organicheskoe-na-osnove-otkhodov-zhivotnovodstva-s-dobavleniem-otkhodov-zernopererabatyvayushchikh-predpriyatij-161121> (дата обращения: 10.12.2025).

² Об утверждении Ветеринарно-санитарных правил обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении кормов и кормовых: постановление М-ва с. х. и продовольствия Респ. Беларусь от 10 февраля 2011 г. № 10. URL: <https://mshp.gov.by/printv/ru/technical-acts-ru/view/veterinarно-4025/> (дата обращения: 10.12.2025).

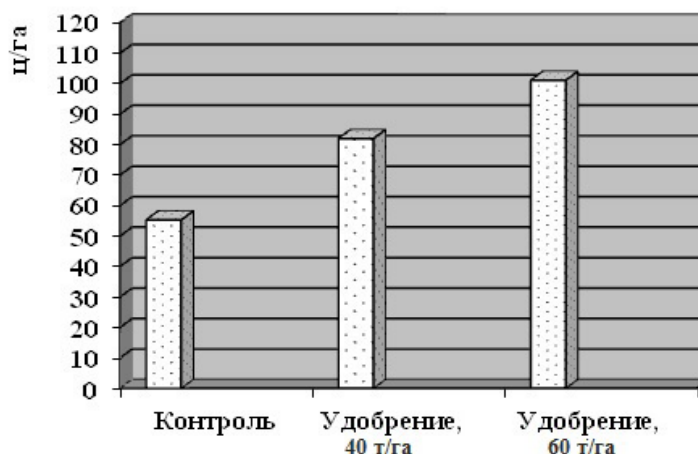


Рисунок. Выход кормовых единиц при внесении органического удобрения на основе зерноотходов и побочных продуктов животноводства

Выводы

Одним из рациональных способов переработки отходов зерноперерабатывающих предприятий является их компостирование с побочными продуктами животноводства. Полученный компост не уступал по составу традиционным органическим удобрениям. Массовая доля общего азота в нем составляла 0,60 %, фосфора – 0,31 %, калия – 0,37 %.

Внесение органического удобрения на основе зерноотходов и навоза КРС в дозе 40–60 т/га способствовало существенному увеличению продуктивности кукурузы. В опытных вариантах с применением разработанного удобрения урожайность зеленой массы кукурузы составила 346,5–389,5 ц/га,

в контроле – 264,5 ц/га, урожайность сухого вещества – 89,1–102,1 ц/га и 61,4 ц/га соответственно. При применении данного удобрения содержание кормовых единиц в опытных вариантах находилось в пределах 0,92–0,99, в контроле – 0,90, обменной энергии – 10,66–11,08 МДж/кг и 10,54 МДж/кг, выход кормовых единиц – 81,97–101,08 ц/га и 55,26 ц/га соответственно.

При внесении органического удобрения на основе зерноотходов и побочных продуктов животноводства содержание нитратов в зеленой массе кукурузы не превышало предельно допустимую концентрацию.

Список использованных источников

1. Сабирова, Г. Х. Пути решения проблемы переработки отходов в отрасли агропромышленного комплекса / Г. Х. Сабирова // Вестник магистратуры. – 2020. – № 3-3 (102). – С. 26–28.
2. Пунько, А. И. Утилизация отходов животноводства как проблема экологической стабильности / А. И. Пунько, А. М. Карпович, И. А. Цубанова // Экология и животный мир. – 2023. – № 2. – С. 52–56.
3. Влияние регулярного внесения жидкого навоза КРС и свиных навозных стоков на показатели гумусового состояния дерново-подзолистых почв / Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, О. М. Бирюкова, И. И. Касьяненко // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 2. – С. 79–89.
4. Виды органических удобрений и методика расчета их потребности для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах / Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева, Т. М. Кирдун, Н. Ю. Жабровская // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 2. – С. 37–56.
5. Сабирханов, А. С. Использование навозного компоста при выращивании кукурузы / А. С. Сабирханов // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 16–17 мая 2024 г. / М-во науки и высш. образования РФ,

Красноярский науч. центр СО РАН, Красноярский науч.-иссл. ин-т с. х. ; сост.: Л. В. Ефимова, В. А. Терещенко. – Красноярск, 2024. – С. 52–55.

6. Филиппова, Е. А. Методы утилизации отходов зерновых культур / Е. А. Филиппова // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 5. – С. 1088–1095.

7. Баздырев, Г. И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г. И. Баздырев. – М. : КолосС, 2004. – 328 с.

8. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур : сб. отрасл. регламентов / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию ; редкол.: В. Г. Гусаков, Ф. И. Привалов. – Мн., 2012. – 469 с.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Альянс, 2011. – 350 с.

10. Оценка состава отходов зерноперерабатывающих предприятий / А. В. Сорока, Н. Ф. Терлецкая, А. Н. Гапонюк, А. С. Антонюк // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2018. – № 2. – С. 124–128.

Поступила 20 февраля 2026 г.