

УДК 631.879

А. В. Сорока¹, Н. Ф. Терлецкая², А. С. Антониук³¹канд. с.-х. наук, доц., зав. лабораторией агробиологии
Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси²канд. биол. наук, науч. сотрудник лаборатории агробиологии
Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси³науч. сотрудник лаборатории агробиологии
Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси

e-mail: info@paei.by

**ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЗЕРНООТХОДОВ
НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ**

Изучено влияние органических удобрений на основе зерноотходов на урожайность кормовых культур и плотность почвы. Удобрения на основе зерноотходов по своим основным свойствам не уступают традиционным органическим удобрениям и могут быть использованы как их альтернатива. Зерноотходы возможно применять как в чистом виде, так и в сочетании с органическими и минеральными удобрениями, а также в качестве компонента для получения компоста. Внесение удобрений на основе зерноотходов способствует увеличению урожайности кормовых культур. Применение органических удобрений на основе зерноотходов приводит к разуплотнению пахотного горизонта почвы.

**SOROKA A. V., TSIARLETSKAYA N. F., ANTONIUK A. S.
INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZERS BASED ON GRAIN WASTE
ON THE YIELD OF FORAGE CULTURES AND SOIL DENSITY**

The effect of organic fertilizers based on grain wastes on the yield of forage cultures and soil density is studied. Fertilizers based on grain waste are not inferior in their basic properties to traditional organic fertilizers and can be used as their alternative. Grain waste can be used both in pure form and in combination with organic and mineral fertilizers, as well as a component for compost production. Fertilization on the basis of grain wastes contributes to an increase in the yield of forage cultures. The use of organic fertilizers on the basis of grain waste reduces the density of the arable soil horizon.

Введение

В настоящее время проблема переработки и экологически безопасной утилизации отходов сельскохозяйственного и промышленного производства, в том числе зерноперерабатывающих предприятий, является одной из наиболее актуальных. Основные принципы управления отходами заключаются в предотвращении их вредного воздействия на окружающую среду, а также максимальном вовлечении во вторичный оборот в качестве сырья. Многокомпонентность большинства зерноотходов по набору питательных элементов дает возможность использовать их в растениеводческом комплексе сельскохозяйственного производства в качестве удобрений [1; 2].

В последние годы в связи с ростом численности предприятий животноводства, а также увеличением поголовья и концентрации КРС на животноводческих комплексах актуальной также становится проблема утилизации отходов, высокая плотность которых негативно влияет на окружающую среду [3]. Одним из путей решения этой проблемы является возможность совместного использования бесподстилочного навоза и зерноотходов, что является важным приемом воспроизводства плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

В литературе недостаточно научно обоснованных решений о возможности рационального применения отходов зерноперерабатывающих производств в растениеводческой отрасли сельского хозяйства, об их влиянии на урожайность культур, качество растениеводческой продукции и свойства почвы. В настоящее время этот вопрос находится на начальной стадии изучения. В связи с этим проблема поиска альтернативных

способов утилизации зерноотходов на данный момент актуальна и является одной из основных задач агропромышленного сектора [4].

Целью нашей работы явилось изучение влияния органических удобрений на основе зерноотходов на урожайность кормовых культур и плотность почвы.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований являлись зерноотходы, бесподстилочный жидкий навоз, мочевина.

Химический состав вносимых органических удобрений представлен в таблице 1.

Таблица 1. – Показатели органических удобрений (средние показатели в расчете на естественную влажность), %

Показатель (массовая доля)	Вид органического удобрения		
	Зерноотходы	Компост на основе зерноотходов и навоза КРС (1 : 7)	Бесподстилочный жидкий навоз
Общий азот	2,20	0,60	0,20
Общий фосфор	0,96	0,31	0,08
Общий калий	0,94	0,37	0,18

Экспериментальные участки по изучению влияния органических удобрений на основе зерноотходов на урожайность пожнивных сидеральных культур были заложены в ОАО «Хотиславский» Малоритского района Брестской области с посевом редьки масличной сорта Ника и озимого рапса сорта Прогресс.

Почва опытного участка под посевами редьки масличной – дегроторфяная, минерально остаточнo-торфяная (содержание органического вещества 8,4 %), под посевами озимого рапса – дерново-глеевая насыщенная, среднемощная, песчаная, на древнеаллювиальных связных песках, сменяемых с глубины 0,3–0,4 м рыхлым песком.

Опыты по изучению влияния различных доз органических удобрений на основе зерноотходов на кормовые культуры весеннего срока сева были заложены на поле-вом стационаре «Агробиостанция» Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной, сменяемой с глубины 0,44 м рыхлым песком почве, с посевом озимого рапса сорта Империял, редьки масличной сорта Ника и гибрида кукурузы Краснодарский 194 МВ.

Под редьку масличную удобрения вносились с расчетом 100 кг/га азота по действующему веществу.

Отбор растительных образцов проводился в соответствии с ГОСТ 27262 [5].

Агротехника возделывания кормовых культур – общепринятая для Республики Беларусь [6]. Удобрения вносились под вспашку. Учет урожая – сплошной поделяночный.

Производственные опыты были заложены в Унитарном предприятии «Ляховичское-Агро» Ивановского района Брестской области с посевом гибрида кукурузы Полесский 212 СВ.

Массовая доля общего азота в удобрениях определялась по ГОСТ 26715, общего фосфора – по ГОСТ 26717, общего калия – по ГОСТ 26718 [7–9].

Плотность почв определялась методом «режущих колец».

Статистическая обработка данных проводилась по Б. А. Доспехову [10].

Результаты исследований и их обсуждение

Оценка влияния органических удобрений на основе зерноотходов на урожайность пожнивных сидеральных культур. Внесение зерноотходов в качестве органических удобрений способствовало существенному увеличению урожайности зеленой

массы пожнивных сидеральных культур. При применении зерноотходов в дозе 5 т/га урожайность зеленой массы озимого рапса увеличилась в 1,2 раза, в дозе 10 т/га – в 1,5 раза, в дозе 20 т/га – в 1,7 раза относительно контроля (таблица 2).

Таблица 2. – Урожайность пожнивных сидеральных культур в зависимости от доз и видов вносимых удобрений

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
<i>Озимый рапс (фаза листовой розетки)</i>			
Контроль (без внесения зерноотходов)	42,1	–	–
Зерноотходы (5 т/га)	52,1	10,0	23,8
Зерноотходы (10 т/га)	62,4	20,3	48,2
Зерноотходы (20 т/га)	71,2	29,1	69,1
НСР ₀₅	5,4		
<i>Редька масличная (фаза листовой розетки)</i>			
Контроль (без внесения зерноотходов)	87,4	–	–
Зерноотходы (5 т/га)	104,6	17,2	19,7
Мочевина (220 кг/га)	102,9	15,5	17,7
Бесподстилочный навоз (50 т/га)	105,2	17,8	20,4
Зерноотходы (2,5 т/га) + бесподстилочный навоз (25 т/га)	101,6	14,2	16,2
Зерноотходы (2,5 т/га) + мочевина (110 кг/га)	105,7	18,3	20,9
НСР ₀₅	9,5		

Использование органических удобрений на основе зерноотходов оказало существенное влияние и на урожайность редьки масличной (НСР₀₅ = 9,5). Применение зерноотходов в дозе 5 т/га оказалось равноценно внесению мочевины 220 кг/га, бесподстилочного навоза 50 т/га, а также их совместному использованию с зерноотходом 2,5 т/га и способствовало формированию урожайности зеленой массы редьки масличной на уровне 101,6–105,7 ц/га.

Оценка влияния органических удобрений на основе зерноотходов на урожайность кормовых культур весеннего срока сева. В результате проведенных исследований установлено, что внесение зерноотходов в качестве органического удобрения способствует существенному увеличению урожайности зеленой массы кормовых культур весеннего срока сева. При применении зерноотходов в дозе 5 т/га урожайность зеленой массы озимого рапса возросла в 1,3 раза, 10 и 20 т/га – в 1,6 раза относительно контроля (таблица 3).

При внесении зерноотходов в чистом виде, а также в сочетании с мочевиной и бесподстилочным навозом урожайность зеленой массы редьки масличной увеличилась на 53,5–113,5 ц/га по сравнению с контрольным вариантом. Наиболее высокие показатели урожайности (486,8–513,3 ц/га) отмечены при внесении бесподстилочного навоза 50 т/га, а также зерноотходов 2,5 т/га совместно с бесподстилочным навозом 25 т/га.

Внесение зерноотходов в чистом виде в дозе 5–60 т/га, а также компоста на основе зерноотходов в дозе 40–60 т/га оказало существенное влияние на урожайность кукурузы (НСР₀₅ = 30,1). Наиболее высокие показатели урожайности (346,5–389,5 ц/га) отмечены при применении компоста на основе зерноотходов и бесподстилочного навоза.

В производственных условиях внесение компоста на основе зерноотходов способствовало увеличению урожайности кукурузы на 49,4–107,7 ц/га по сравнению с контролем. Действие компоста оказалось равноценно использованию подстилочного навоза (рисунок 1).

Таблица 3. – Урожайность кормовых культур весеннего срока сева в зависимости от доз и видов вносимых удобрений

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		т/га	%
<i>Озимый рапс (фаза бутонизации)</i>			
Контроль (без внесения зерноотходов)	226,0	–	–
Зерноотходы (5 т/га)	284,0	58,0	25,7
Зерноотходы (10 т/га)	349,0	123,0	54,4
Зерноотходы (20 т/га)	356,1	130,1	57,6
НСР ₀₅	21,9		
<i>Редька масличная (фаза цветения)</i>			
Контроль (без внесения зерноотходов)	373,3	–	–
Зерноотходы (5 т/га)	426,8	53,5	14,3
Мочевина (220 кг/га)	393,3	20,0	5,4
Бесподстилочный навоз (50 т/га)	513,3	140,0	37,5
Зерноотходы (2,5 т/га) + бесподстилочный навоз (25 т/га)	486,8	113,5	30,4
Зерноотходы (2,5 т/га) + мочевина (110 кг/га)	466,8	93,5	25,1
НСР ₀₅	33,4		
<i>Кукуруза (фаза молочно-восковой спелости)</i>			
Контроль (без внесения зерноотходов)	264,5	–	–
Зерноотходы (5 т/га)	297,5	33,0	12,5
Зерноотходы (10 т/га)	300,0	35,7	13,5
Зерноотходы (20 т/га)	316,5	52,0	19,7
Зерноотходы (40 т/га)	326,0	61,5	23,3
Зерноотходы (60 т/га)	333,0	68,5	25,9
Компост (40 т/га)	346,5	82,0	31,0
Компост (60 т/га)	389,5	125,0	47,3
НСР ₀₅	30,1		

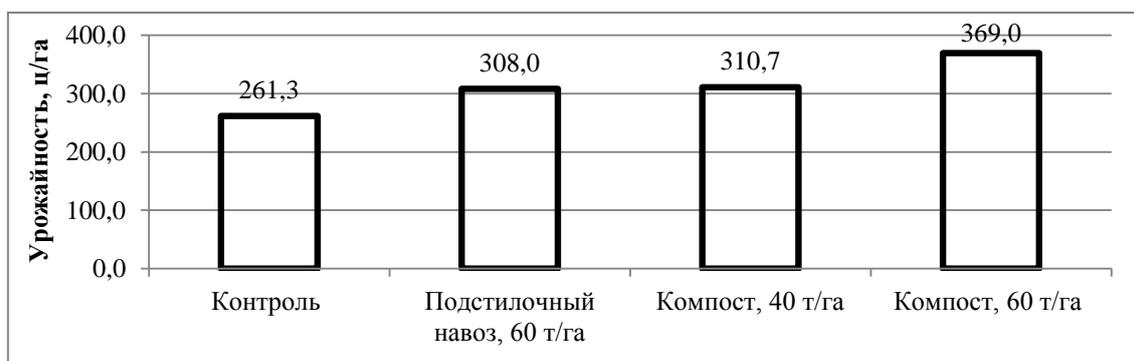


Рисунок 1. – Влияние удобрений на основе зерноотходов на урожайность кукурузы (производственный опыт)

Оценка влияния органических удобрений на основе зерноотходов на плотность почвы. Результаты проведенных нами исследований показали, что внесение зерноотходов и совместное их применение с органическими и минеральными удобрениями способствует разуплотнению пахотного слоя почвы. Наибольшее разуплотняющее действие, при котором наблюдалось снижение плотности на 0,20 г/см³ по сравнению с контролем, отмечено при внесении зерноотходов в дозе 5 т/га. Использование зерноотходов совместно с бесподстилочным навозом и мочевиной привело к снижению плотности почвы на 0,11–0,13 г/см³ (таблица 4).

Таблица 4. – Плотность пахотного слоя почвы при возделывании редьки масличной

Вариант опыта	Средняя плотность пахотного горизонта, г/см ³
Контроль (без внесения удобрений)	1,13
Зерноотходы (5 т/га = 100 кг азота/га)	0,93
Мочевина (220 кг/га = 100 кг азота/га)	1,08
Бесподстилочный навоз (50 т/га = 100 кг азота/га)	0,97
Зерноотходы (2,5 т/га = 50 кг азота/га) + бесподстилочный навоз (25 т/га = 50 кг азота/га)	1,00
Зерноотходы (2,5 т/га = 50 кг азота/га) + мочевина (110 кг/га = 50 кг азота/га)	1,02

Плотность пахотного горизонта почвы под посевами озимого рапса в вегетационном опыте с внесением различных доз зерноотходов колебалась от 1,02 до 1,11 г/см³. Установлена тенденция снижения плотности почвы с увеличением дозы внесения зерноотходов: при применении зерноотходов в дозе 10 т/га плотность снижалась на 0,09 г/см³, 20 т/га – на 0,15 г/см³ относительно контроля (рисунок 2).

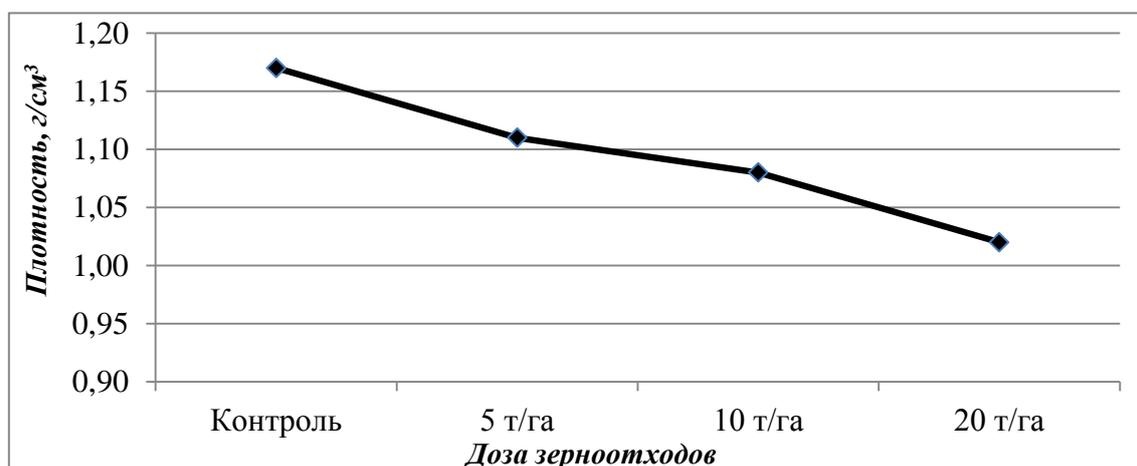


Рисунок 2. – Изменение плотности почвы под посевами озимого рапса в зависимости от доз применяемых органических удобрений на основе зерноотходов

Плотность почвы при внесении зерноотходов в дозе 5 и 10 т/га явилась оптимальной для возделывания озимого рапса и составила 1,08–1,11 г/см³. При использовании зерноотходов в дозе 20 т/га наблюдалось снижение плотности до 1,02 г/см³.

Заклучение

1. Отходы зерноперерабатывающих предприятий по основным свойствам не уступают традиционным органическим удобрениям и могут быть использованы как их альтернатива.

2. Внесение органических удобрений на основе зерноотходов способствует существенному увеличению урожайности пожнивных сидеральных культур и кормовых культур весеннего срока сева.

3. В качестве удобрений зерноотходы возможно использовать как в чистом виде, так и в сочетании с органическими и минеральными удобрениями, а также как компонент для получения компоста. Внесение компоста на основе зерноотходов и навоза КРС под кукурузу наиболее эффективно по сравнению с применением традиционных органических удобрений.

4. Рыхлое сложение зерноотходов при внесении их отдельно и в сочетании с органическими и минеральными удобрениями способствует разуплотнению пахотного слоя почвы под посевами кормовых культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка состава отходов зерноперерабатывающих предприятий / А. В. Сорока [и др.] // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. – 2018. – № 2. – С. – 124–128.
2. Белюченко, И. С. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв / И. С. Белюченко, Е. И. Муравьев // Экол. вестн. Север. Кавказа. – 2009. – Т. 5, № 1. – С. 84–86.
3. Иванов, Ю. А. Экологичное животноводство, проблемы и вызовы / Ю. А. Иванов, В. В. Миронов // Сб. науч. тр. ИАЭП. – 2015. – Вып. 87. – С. 35–47.
4. Титова, В. И. Обоснование использования отходов в качестве вторичного материального ресурса в сельскохозяйственном производстве / В. И. Титова, М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова. – Н. Новгород : ВВАГС, 2009. – 178 с.
5. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб : ГОСТ 27262-87. – Введ. 01.07.1988. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 12 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур : сб. отрасл. регламентов / Ф. И. Привалов [и др.] ; ред.: В. Г. Гусаков, Ф. И. Привалов ; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию». – Минск : Беларус. навука, 2012. – 469 с.
7. Удобрения органические. Методы определения общего азота : ГОСТ 26715-85. – Введ. 01.01.1987. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 16 с.
8. Удобрения органические. Метод определения общего фосфора : ГОСТ 26717-85. – Введ. 01.01.1987. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
9. Удобрения органические. Метод определения общего калия : ГОСТ 26718-85. – Введ. 01.01.1987. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1986. – 416 с.

Рукапіс наступіў у рэдакцыю 13.02.2020