Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Махаева Наталья Юрьевна
Должность: Проректор по учебной и воспитательной работе, молодежной политике ФГБОУ ВО "Ярославский ГАУ"
Дата подписания: 02.02.2024 11:01:58
Уникальный программный ключ:
fa349ae3f25a45643d89cfb67187284ea10f48e8

Научная статья
УДК 631.861:631.559:633.853.494
doi:10.35694/YARCX.2021.55.3.002

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ КУРИНОГО ПОМЁТА И ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО СУБСТРАТА НА ЕГО ОСНОВЕ НА УРОЖАЙ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Т. В. Таран (фото)
канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры экологии
Е. В. Чебыкина
канд. с.-х. наук, доцент, заведующая кафедрой экологии
П. А. Котяк
канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры экологии
Н. П. Баушева
старший преподаватель кафедры экологии
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

Куриный помёт, органо-минеральный субстрат, яровая пшеница, яровой рапс, урожайность, содержание и вынос азота, фосфора, калия, дерново-подзолистая почва, отвальная и поверхностная системы обработки почвы

Poultry litter, organo-mineral medium, spring wheat, spring rape, yield, content and yield of nitrogen, phosphorus, potassium, soddy podzolic soil, moldboard and surface systems of tillage

При переводе птицеводческих хозяйств на промышленную основу увеличиваются объёмы накопления куриного помёта, обостряется проблема их утилизации, эффективным направлением решения которой может быть использование помёта в качестве концентрированного органического удобрения. При разработке норм и технологии применения куриного помёта сложности возникают, прежде всего, в связи с непостоянством его физического состояния и химического состава, различной эффективностью при использовании под разные культуры. Использование куриного помёта должно быть эффективно и экологически безопасно, что требует комплексных исследований по агрономической и экологической эффективности в конкретных почвенно-климатических условиях [1; 2; 3].

Недостаточно изученным является вопрос длительности последействия куриного помёта на урожайность полевых культур и качество полученной растительной продукции.

В данной работе рассмотрен вопрос о последействии куриного помёта отдельно и в сочетании с отходом тепличного производства – минеральной ватой (органо-минеральный субстрат) на урожай яровой пшеницы и ярового рапса на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. При таком использовании куриного помёта одновременно решается задача утилизации отработанных вегетационных матов, объёмы которых увеличиваются при расширении производства овощной продукции в современных тепличных комбинатах.

Методика

Исследования проводились в трёхфакторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая слабоглееватая

среднесуглинистая на карбонатной морене. Перед закладкой опыта почва пахотного горизонта содержала: гумуса – 2,86%, обменного калия – 143 мг/кг, легкодоступного фосфора – 286 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки – 5,5.

Изучаемые факторы:

– Система основной обработки почвы, «О» (отвальная и поверхностная);

– Система удобрений, «У»;

– Система защиты растений, «Г».

Опыт заложен методом расщеплённых делянок. На делянках первого порядка площадью 288 м^2 изучались системы обработки почвы, на делянках второго порядка площадью 48 м^2 – удобрения и на делянках третьего порядка площадью 24 м^2 – средства защиты растений.

Чередование культур: вико-овяная смесь на зелёный корм (2017 г.), яровая пшеница Дарья (2018 г.), яровой рапс Вираж на зелёный корм (2019 г.).

В опыте использован высушенный обеззараженный куриный помёт с содержанием питательных веществ: N – 2%; P_2O_5 – 1,2%; K_2O – 0,9% при влажности помёта 26,3%. Куриный помёт был использован как в чистом виде, так и в сочетании с отходом тепличного комплекса (органо-минеральный субстрат) при соотношении 19:1. Предварительно установлена экологическая безопасность куриного помёта и минеральной ваты IZOVOL AGRO UNIVERSAL.

Куриный помёт, отработанные вегетационные маты и органо-минеральный субстрат были внесены весной 2017 года под основную обработку. Куриный помёт заделывался в норме 4,1 т/га, в его составе $N_{80}P_{65}K_{40}$. Норма внесения минеральной ваты составила 2,1 ц/га.

В схеме опыта предусмотрено ежегодное внесение минеральных удобрений. Минеральные удобрения вносили в расчётных дозах на планируемую урожайность культур: в 2017 г. – $N_{80}P_{80}K_{80}$, 2018 г. – $N_{120}P_{20}K_{100}$, 2019 г. – $N_{105}P_{15}K_{25}$. Азофоска и хлористый калий заделывались под основную обработку весной, мочевина – перед посевом.

Сельскохозяйственные культуры возделывались по рекомендованным для региона технологиям. В условиях 2018 года применяли гербицид Лонтрел, 2019 года – Шкипер.

При проведении исследований использовались общепринятые методики: урожайность яровой пшеницы и зелёной массы ярового рапса определялась сплошным поделяночным методом, урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для трёхфакторного опыта, заложенного методом расщеплённых делянок; отбор растительных проб проведён в период уборки урожая с каждой делянки опыта, содержание азота в растениях определяли после мокрого озоления по Кьельдалю, фосфора – ванадомолибдатным методом, калия – на пламенном фотометре.

В работе представлен анализ экспериментальных данных полевого опыта по фону применения гербицидов.

Результаты

Результаты исследований показали, что внесённые в год закладки опыта куриный помёт и субстрат на его основе проявили положительное влияние на урожайность полевых культур в последующие два года, при этом степень влияния определялась также системой основной обработки почвы (табл. 1).

В первый год последействия при возделывании по традиционной отвальной обработке почвы без применения удобрений сформирован низкий урожай яровой пшеницы – 10,9 ц/га, величина которого значительно возросла на фоне ранее внесённого куриного помёта (на 12,9 ц/га), последействие было высоким и приближалось к действию минеральных удобрений. Дополнение куриного помёта минеральной ватой не снижало урожайность культуры в последействии. Применение органо-минерального субстрата повышало эффективность минеральных удобрений и способствовало формированию максимальной урожайности – 25,5 ц/га.

При использовании поверхностной обработки почвы значительно изменился характер последействия и действия минеральных удобрений. Урожай без внесения удобрений составил 15,3 ц/га. Положительное влияние куриного помёта на урожайность яровой пшеницы отсутствовало, а органо-минерального субстрата было слабым. На варианте применения минеральных удобрений сформирован минимальный урожай – 5,7 ц/га. Такая картина может быть результатом установленного в опыте интенсивного развития сорной растительности при поверхностной обработке почвы на вариантах применения куриного помёта и минеральных удобрений с начала вегетации культуры и низкой эффективностью гербицида при частом выпадении осадков. Как было показано, ухудшения агрохимического и эколого-токсикологического состояния почвы на данных вариантах не отмечено [4; 5; 6].

В условиях 2019 года яровой рапс положительно отзывался как на ранее внесённые куриный помёт и органо-минеральный субстрат, так и на ежегодное внесение минеральных удобрений, отдельные различия по вариантам опыта определялись также и системой основной обработки почвы (табл. 1).

На варианте без применения удобрений сформирована низкая урожайность зелёной массы – 93–100 ц/га. Можно предположить, что это

Таблица 1 – Урожайность полевых культур в годы последействия куриного помёта и органо-минерального субстрата

Система удобрений	Яровая пшеница (зерно)	Яровой рапс (зелёная масса)	Всего за 2 года	Прибавка к контролю за 2 года
	ц/га / %	ц/га	ц к.е.	
Отвальная обработка почвы				
1.Без удобрений	10,9 / 100	100 / 100	26,97	–
2. Минеральная вата	15,9 / 146	98 / 98	32,64	5,67
3. Органо-минеральный субстрат	23,0 / 211	138 / 138	46,69	19,72
4. Куриный помёт	23,8 / 218	157 / 157	50,30	23,33
5. Органо-минеральный субстрат + NPK	25,5 / 234	218 / 218	60,87	33,90
6. NPK	20,0 / 184	189 / 189	50,26	23,29
Поверхностная обработка почвы				
1. Без удобрений	15,3 / 100	93 / 100	31,23	–
2. Минеральная вата	14,6 / 95	83 / 89	28,99	–2,24
3. Органо-минеральный субстрат	18,6 / 122	128 / 138	40,05	8,82
4. Куриный помёт	10,6 / 70	136 / 146	31,65	0,42
5. Органо-минеральный субстрат + NPK	16,4 / 107	181 / 195	44,86	13,63
6. NPK	5,7 / 37	171 / 184	30,72	–0,51
$НСР_{05}$ для делянок I порядка	3,87	12,2	–	–
$НСР_{05}$ для делянок II порядка	2,77	19,8	–	–

определялось, прежде всего, недостатком минерального азота при интенсивном выпадении осадков в период интенсивного роста культуры в июле.

По фону отвальной обработки почвы прибавка урожая на фоне последействия куриного помёта составила значительную величину – 57 ц/га. Дополнение куриного помёта отходом тепличного комплекса не способствовало дальнейшему росту урожайности зелёной массы по сравнению с рассмотренным вариантом, но относительно контроля также получена значительная прибавка, которая составила величину 38 ц/га.

В годы исследований было высокоэффективным действие минеральных удобрений. Урожайность ярового рапса увеличилась на варианте ежегодного применения минеральных удобрений на 89 ц/га, причём наибольшая величина урожая сформирована на варианте ежегодного внесения минеральных удобрений по фону последействия органо-минерального субстрата, где урожайность ярового рапса выше по сравнению с контролем более чем в 2 раза (218 ц/га).

По фону поверхностной обработки почвы также отмечено значительное последействие ранее внесённых куриного помёта и органо-минерального субстрата, а также высокое действие минеральных удобрений. Однако значения урожайности ярового рапса в целом по фону и на отдельных вариантах ниже, чем по фону отвальной обработки почвы. Также отмечено, что при поверхностной обработке почвы не было увеличения действия минеральных удобрений на варианте последействия куриного помёта.

В сумме за 2 года продуктивность посевов определялась как системой удобрений, так и системой обработки почвы. По отвальной обработке максимальный урожай получен при использовании минеральных удобрений на фоне последействия органо-минерального субстрата – 60,87 ц/га к. ед., прибавка относительно варианта без применения удобрений составила 33,90 ц/га к. ед. (126%). Последействие куриного помёта и органо-минерального субстрата близко по величине к действию минеральных удобрений, дополнение куриного помёта отходом тепличного комплекса незначительно снижало урожайность по сравнению с внесением чистого куриного помёта.

При поверхностной обработке почвы продуктивность культур в сумме за два года ниже в сравнении с отвальной, прибавка получена только по фону последействия органо-минерального субстрата, причём также максимальная – 13,63 ц/га к. ед. (43,6%) при применении минеральных удобрений по фону последействия органо-минерального субстрата.

Результаты исследований показали положительное влияние ранее внесённого органо-минерального субстрата на содержание белка и сырой клейковины в составе зерна яровой пшеницы, содержание белка увеличилось на 0,51% в срав-

нении с неудобренным вариантом. Максимальное содержание белка и клейковины было на варианте применения минеральных удобрений на фоне органо-минерального субстрата [7].

При оценке влияния агрохимических средств на урожай сельскохозяйственных культур важно оценить их влияние на химический состав растений, который во многом определяется содержанием минеральных элементов. Уровень минеральных элементов в единице урожая определяется многими факторами, в том числе применением удобрений и урожайностью культур.

Исследование химического состава урожая зелёной массы ярового рапса показало, что на третий год проведения полевого опыта отмечалось изменение содержания азота, фосфора, калия под действием изучаемых факторов (табл. 2).

В 2019 году содержание азота в составе сухой массы растений ярового рапса находилось в пределах 1,71–2,51%, причём различия по вариантам опыта определялись, главным образом, системой удобрения. Можно отметить тенденцию более высокого уровня азота на фоне поверхностной обработки почвы, однако различия по данному показателю, в сравнении с фоном отвальной обработки, несущественны.

Содержание азота в растениях на фоне применения куриного помёта увеличилось, по сравнению с вариантом без применения удобрений, на 0,25–0,27%, на варианте дополнения куриного помёта минеральной ватой заметных изменений, по сравнению с контролем, не выявлено. Более значительное положительное действие на поступление азота в состав растений оказали минеральные удобрения, на вариантах ежегодного их внесения было максимальное его содержание (2,15–2,51%). Внесение минеральных удобрений на фоне последействия органо-минерального субстрата также способствовало увеличению содержания азота в составе растений до уровня 2,21–2,39%.

Содержание фосфора в составе растений было более стабильным, изменялось от 0,88 до 1,09%, характер изменения был аналогичен, также не проявилось существенное влияние системы основной обработки почвы на данный показатель.

Наблюдалась тенденция положительного влияния ранее внесённых куриного помёта и органо-минерального субстрата на содержание фосфора в растениях по фону поверхностной обработки почвы, изменения составили 0,06–0,14%. Максимальное содержание составило 1,09% на варианте ежегодного внесения минеральных удобрений.

Содержание калия в растениях было в целом выше по сравнению с содержанием азота и фосфора, изменялось в пределах 2,77–3,41%.

Таблица 2 – Качественные показатели зелёной массы ярового рапса на фоне последействия куриного помёта и органо-минерального субстрата

№	Вариант	Сбор сырого протеина	Содержание, % с.м.			Вынос урожаем, кг/га		
		кг/га	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Отвальная обработка почвы								
1	Без удобрений	211	1,71	0,90	3,00	33,9	17,8	59,4
2	Минеральная вата	233	1,82	0,92	3,23	37,3	18,9	66,2
3	Органо-минеральный субстрат	319	1,87	0,89	3,00	51,1	24,3	81,9
4	Куриный помёт	379	1,98	0,88	3,50	60,6	26,9	107,1
5	Органо-минеральный субстрат + NPK	590	2,21	0,89	3,40	94,4	38,0	145,2
6	NPK	505	2,15	0,92	3,29	80,4	34,4	123,4
Поверхностная обработка почвы								
1	Без удобрений	204	1,84	0,88	2,77	32,6	15.6	49,0
2	Минеральная вата	213	2,06	0,91	3.41	34,0	17,1	56,6
3	Органо-минеральный субстрат	296	1,86	0,94	3,00	47,4	24,0	76,5
4	Куриный помёт	357	2,09	1,02	3,10	57,1	27,8	84,6
5	Органо-минеральный субстрат + NPK	541	2,39	0,94	3,30	86,5	34.0	119,5
6	NPK	533	2,51	1,09	3,21	85,3	37,0	108,8
$НСР_{05}$ для делянок I порядка		$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
$НСР_{05}$ для делянок II порядка		38,4	0,164	0,045	$F_ф<F_{05}$	6,15	3,21	7,81

По данному элементу не отмечено значительных различий в зависимости от системы основной обработки почвы и удобрений.

В опыте не наблюдалось существенного влияния минеральной ваты как компонента органо-минерального субстрата на содержание минеральных элементов в составе урожая.

Различия в величине урожая и содержании минеральных элементов в его составе по разным вариантам опыта отразились на величине выноса их урожаем (табл. 2), причём значительные изменения в накоплении азота, фосфора, калия в составе урожая произошли под влиянием удобрений.

На варианте без внесения удобрений вынос азота составил 32,6–33,9 кг/га. Последействие куриного помёта проявилось в увеличении выноса азота на 23,2–27,7 кг/га. Влияние органо-минерального субстрата также положительно, но в меньшей степени, увеличение выноса, по сравнению с неудобренным вариантом, составило 14,8–17,2 кг/га. Максимальный вынос азота на вариантах применения минеральных удобрений на фоне органо-минерального субстрата по отвальной обработке почвы – 94,4 кг/га.

Аналогичный характер изменения накопления элементов питания в урожае ярового рапса отмечен по фосфору и калию. Последействие куриного помёта проявилось в увеличении выноса фосфора на 9,1–12,2 кг/га, органо-минерального субстрата – на 6,5–8,4 кг/га в сравнении с вариантом без удобрений. По фону внесения куриного помёта накоплено калия в составе урожая на 35,6–47,7 кг/га больше, по фону органо-минерального субстрата – на 22,5–27,5 кг/га, а максимальные значения отмечены при применении минеральных удобрений на фоне последействия органо-минерального субстрата (119,5–142,2 кг/га).

Внесение минеральной ваты не оказало влияния на вынос минеральных элементов урожаем ярового рапса.

При производстве кормовых культур важно учитывать содержание сырого протеина в составе урожая. В наших исследованиях установлено, что сбор сырого протеина без применения удобрений составил низкую величину – 204–211 кг/га. Ранее внесённые куриный помёт и органо-минеральный субстрат, как и минеральные удобрения, способствовали увеличению содержания сырого протеина в урожае зелёной массы, причём различия в действии разных систем основной обработки почвы незначительны. На фоне последействия куриного помёта получено дополнительно 153–168 кг/га сырого протеина, на фоне органо-минерального субстрата – 92–108 кг/га. Максимальное накопление сырого протеина в урожае наблюдалось на варианте применения минеральных удобрений по фону последействия органо-минерального субстрата, где составило величину 541–590 кг/га.

Выводы

Таким образом, на дерново-подзолистой глееватой почве куриный помёт и органо-минеральный субстрат на его основе проявили положительное последействие на урожайность полевых культур на 2-й и 3-й годы после внесения, величина которого определялась системой основной обработки почвы. При отвальной обработке почвы последействие ранее внесённых удобрений проявилось в большей мере.

Использование минеральной ваты в качестве дополнительного компонента к куриному помёту не снижет эффективность его действия на усвоение минеральных элементов, накопление сырого протеина в составе урожая зелёной массы ярового рапса на 3-й год после внесения.

На фоне последействия куриного помёта и органо-минерального субстрата повысилась эффективность применения минеральных удобрений, получена максимальная прибавка урожая в сумме за 2 года.

Список источников

1. Агафонов, Е. В. Использование куриного помета для увеличения продуктивности полевого севооборота / Е. В. Агафонов, Р. А. Каменев, А. А. Белкин. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2015. – №4. – С. 1–3. – ISSN 1994-8603.

2. Васильев, В. А. Справочник по органическим удобрениям / В. А. Васильев, Н. В. Филиппова. – 2-е изд. перераб. и доп. – Москва : Россельхозиздат, 1988. – 255 с. – ISBN 5-260-00453-1. – Текст : непосредственный.

3. Экологическая оценка использования птичьего помета в земледелии на почвах таежно-лесной зоны : монография / В. А. Седых ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т МСХА им. К. А. Тимирязева. – Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. – 492 с. – ISBN 978-5-9675-0795-3. – Текст : непосредственный.

4. Казнина, М. А. Изменение агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой почвы при использовании разных фонов питания / М. А. Казнина. – Текст : непосредственный // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель : сборник научных трудов по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Ярославль, 25 апреля 2019 г.). – Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. – С. 36–42. – ISBN 978-5-98914-218-7.

5. Котяк, П. А. Оценка токсического состояния дерново-подзолистой почвы при разных уровнях питания / П. А. Котяк. – Текст : непосредственный // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель : сборник научных трудов по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Ярославль, 25 апреля 2019 г.). – Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. – С. 47–51. – ISBN 978-5-98914-218-7.

6. Чебыкина, Е. В. Влияние систем обработки почвы, удобрений и защиты растений на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой глееватой почвы / Е. В. Чебыкина. – Текст : непосредственный // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 2 (50). – С. 9–15. – ISSN 1998-1635.

7. Баушева, Н. П. Влияние систем удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы / Н. П. Баушева, И. Д. Халистова. – Текст : непосредственный // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – № 4 (48). – С. 7–11. – ISSN 1998-1635.

References

1. Agafonov, E. V. Ispol'zovanie kurinogo pometa dlja uvelichenija produktivnosti polevogo sevooborota / E. V. Agafonov, R. A. Kamenev, A. A. Belkin. – Tekst : neposredstvennyj // Plodorodie. – 2015. – № 4. – S. 1–3. – ISSN 1994-8603.

2. Vasil'ev, V. A. Spravochnik po organicheskim udobrenijam / V. A. Vasil'ev, N. V. Filippova. – 2-e izd. pererab. i dop. – Moskva : Rossel'hozizdat, 1988. – 255 s. – ISBN 5-260-00453-1. – Tekst : neposredstvennyj.

3. Jekologicheskaja ocenka ispol'zovanija ptich'ego pometa v zemledelii na pochvah taezhno-lesnoj zony : monografija / V. A. Sedykh ; M-vo sel'skogo hoz-va Rossijskoj Federacii, Rossijskij gos. agrarnyj un-t MSHA im. K. A. Timiryazeva. – Moskva : Izd-vo RGAU-MSHA, 2013. – 492 s. – ISBN 978-5-9675-0795-3. – Tekst : neposredstvennyj.

4. Kaznina, M. A. Izmenenie agrohimicheskih pokazatelej plodorodija dernovo-podzolistoj pochvy pri ispol'zovanii raznyh fonov pitanija / M. A. Kaznina. – Tekst : neposredstvennyj // Upravlenie plodorodiem i uluchshenie agrojekologicheskogo sostojanija zemel' : sbornik nauchnyh trudov po materialam II Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoj konferencii (Jaroslavl', 25 aprelja 2019 g.). – Jaroslavl' : Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2019. – S. 36–42. – ISBN 978-5-98914-218-7.

5. Kotyak, P. A. Ocenka toksicheskogo sostojanija dernovo-podzolistoj pochvy pri raznyh urovnjah pitanija / P. A. Kotyak. – Tekst : neposredstvennyj // Upravlenie plodorodiem i uluchshenie agrojekologicheskogo sostojanija zemel' : sbornik nauchnyh trudov po materialam II Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoj konferencii (Jaroslavl', 25 aprelja 2019 g.). – Jaroslavl' : Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2019. – S. 47–51. – ISBN 978-5-98914-218-7.

6. Chebykina, E. V. Vlijanie sistem obrabotki pochvy, udobrenij i zashhity rastenij na biologicheskie pokazateli plodorodija dernovo-podzolistoj gleevatoj pochvy / E. V. Chebykina. – Tekst : neposredstvennyj // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2020. – № 2 (50). – S. 9–15. – ISSN 1998-1635.

7. Bausheva, N. P. Vlijanie sistem udobrenij na urozhajnost' i kachestvo jarovoj pshenicy / N. P. Bausheva, I. D. Khalistova. – Tekst : neposredstvennyj // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2019. – № 4 (48). – S. 7–11. – ISSN 1998-1635.