

## ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ УДОБРЕНИЙ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

*Т.А. Гамм, д.с.-х.н., Е.В. Гривко, Б.Б. Идигенов, Оренбургский Государственный Университет  
460000, Россия, г. Оренбург, пр. Победы, 13  
E-mail: [hammtam@mail.ru](mailto:hammtam@mail.ru)*

*Изучали влияние твердых и жидких органических удобрений, полученных из органических отходов, на урожай и качество яровой пшеницы в полевом опыте на черноземе обыкновенном Оренбургской области. Показано, что жидкие удобрения получены на установке на основе процессов метабенеза, твердые – при компостировании из органических отходов. Установлено, что твердые и жидкие органические удобрения могут быть эффективно использованы на черноземе обыкновенном Оренбуржья. Эффективная доза внесения для твердых органических удобрений 4 т/га, жидких органических удобрений – 8 т/га. Наиболее эффективен вариант с применением жидких органических удобрений при дозе внесения 8 т/га, урожай выше по сравнению с контролем на 5,5 ц/га, массовая доля клейковины – на 1,9 %.*

*Ключевые слова: твердые органические удобрения, жидкие органические удобрения, яровая пшеница, чернозем обыкновенный, урожайность, элементы питания.*

Для цитирования: Гамм Т.А., Гривко Е.В., Идигенов Б.Б. Влияние на урожай яровой пшеницы удобрений из органических отходов на черноземе обыкновенном // Плодородие. – 2023. – №2. – С. 76-79.  
DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.17.

Вопросы продовольственной безопасности весьма актуальны, поэтому все ученые мира работают над повышением урожайности сельскохозяйственных культур. Разрабатывается направление по увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, основанное на точном компостировании, когда компосты готовят с заданными свойствами во взаимосвязи с методами их внесения, природными условиями и культурами [13]. Причем установлено, что урожай не зависит от того, плохой или хороший компост [14]. Основой продовольственной безопасности являются плодородные почвы, способные давать высокий урожай, поэтому предпочтительнее внесение органических удобрений по сравнению с минеральными [15]. Предлагается точное земледелие на основе технологий для получения максимальной эффективности при минимальных затратах, сохранения почвенного плодородия и высокого качества урожая. При этом большое внимание уделяют выделению парниковых газов при использовании органических удобрений.

В России основой урожая также является качество пахотных земель, особенно их плодородие [6, 11, 16], при этом отмечают, что содержание органического вещества и элементов питания снижается в почве из года в год. Установлено, что на Южном Урале существуют проблемы, связанные с интенсивным использованием черноземов и развитием эрозийных процессов: снижение органического вещества в почве, недостаточное внесение минеральных удобрений, не соответствующее их выносу растениями, загрязнение пестицидами, и как следствие, деградация и снижение плодородия лучших почв – черноземов [3, 8, 11]. Плодородие почв зависит от многих факторов – антропогенных и природных. Одним из способов его повышения является внесение органических удобрений в почву [4, 8, 9], несмотря на то, что основной пахотный фонд Оренбуржья представлен черноземами. Одним из путей решения этой проблемы может быть использование отходов животноводства и растениеводства для получения органических удобрений [1, 5] на основе экологиче-

ских подходов [10]. Переработка отходов может производиться разными способами, поэтому важны не только получение органических удобрений, но и исследование их эффективности для сельскохозяйственных культур.

**Цель исследования** – изучить влияние на рост и качество урожая пшеницы применения твердых и жидких органических удобрений, полученных из органических отходов и при компостировании навоза.

**Методика.** Объектом исследований были жидкие органические удобрения (ЖОУ) и твердые органические удобрения (ТОУ), полученные на установке УГБ – 25 из органических отходов. Научные исследования проведены в полевом опыте в производственных условиях фермерского хозяйства в с. Александровка Саркатышского района Оренбургской области на черноземе обыкновенном в 2018-2020 г. Схема опыта: контроль – без удобрений, ТОУ – одновременно с посевом – 1 т/га, ТОУ – одновременно с посевом – 2 т/га, ТОУ – одновременно с посевом – 3 т/га, ТОУ – одновременно с посевом – 4 т/га, ТОУ – одновременно с посевом – 5 т/га, ЖОУ – внесение одновременно с посевом – 2 т/га, ЖОУ – внесение одновременно с посевом – 4 т/га, ЖОУ – внесение одновременно с посевом – 6 т/га, ЖОУ – внесение одновременно с посевом – 8 т/га, ЖОУ – внесение одновременно с посевом – 10 т/га.

Посев пшеницы и фенологические исследования проведены на экспериментальных делянках общей площадью 50 м<sup>2</sup> согласно схеме эксперимента по А.Б. Доспехову [2]. Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок последовательное. Оценка качества почвы и урожая проведена инструментальным методом. Определение органического вещества в почве проведено по ГОСТу 26213–91, аммиачной и нитратной форм азота, подвижных форм фосфора и калия – по ГОСТу 26205–91, pH почвы – в водной суспензии по ГОСТу 26423–85.

**Результаты и их обсуждение.** Климатические условия Оренбуржья характеризуются дефицитом атмосферных осадков. Весной наблюдается резкий переход к тем-

пературам > 10 °С, что сопровождается сильными ветрами и приводит к быстрому иссушению верхнего слоя почвы. При ветреной погоде весной выдувается вспаханный плодородный слой почвы, теряется ее плодородие, снижается урожайность возделываемых культур.

На опытном участке по своим свойствам почвы характеризовались следующими показателями: органическое вещество почвы – 6,8 %, азот нитратный – 4,4 мг/100 г почвы, азот аммонийный – 1,2, подвижный фосфор – 1,49, обменный калий – 35,2 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора была близкой к нейтральной.

Жидкие органические удобрения были получены в технологическом процессе на установке переработки органических отходов сельского хозяйства методом метанового брожения при получении биогаза. При анаэробном брожении органических отходов соединения азота представлены в основном аммонийной формой. Твердые органические удобрения получены при компостировании навоза с добавлением жидких органических удобрений в качестве источников микроорганизмов. Компостирование вели в закрытых буртах, что также приводило к образованию аммонийной формы азота. Получение органических удобрений позволяет регулировать их свойства путем применения различных добавок, наполнителей, минеральных удобрений в зависимости от экологической составляющей, природных условий, культуры. Содержание общего азота в твердых органических удобрениях составляло 2%, в жидких органических удобрениях – 1%.

Твердые и жидкие органические удобрения вносили в почву одновременно с посевом яровой пшеницы. Норма внесения азота в почву была выровнена для твердых и жидких органических отходов по вариантам эксперимента. Внесенные в почву твердые органические удобрения повышают содержание в ней азота аммонийного при норме внесения 1 т/га – в 5,4 раза; 2 т/га – в 6,4; 3 т/га – в 7,0; 4 т/га – в 7,5; 5 т/га – в 7,8 раза, азота нитратного при норме внесения 1 т/га – 1,8 раза; 2 т/га – в 1,9; 3 т/га – в 2,6; 4 т/га – в 3,0; 5 т/га – в 3,5 раза, подвижного фосфора, соответственно, в 1,40, 1,42, 1,93, 1,94, 2,2 раза (табл. 1).

#### 1. Химический состав почвы после внесения твердых и жидких органических удобрений

Вариант опыта	pH	Подвижный фосфор, мг/100 г почвы	Обменный калий, мг/кг почвы	Азот нитратный, мг/100 г почвы	Азот аммонийный, мг/100 г почвы
Контроль – без удобрений	6,87	1,49	3 52	4,4	1,2
ТОУ: 1 т/га	6,74	2,08	359	7,81	6,5
2 т/га	6,74	2,12	367	8,20	7,7
3 т/га	6,73	2,89	378	11,41	8,4
4 т/га	6,70	2,90	390	13,04	9,0
5 т/га	6,70	3,31	401	15,52	9,3
ЖОУ: 2 т/га	6,80	2,08	365	5,9	10,53
4 т/га	6,78	2,23	376	6,4	11,20
6 т/га	6,78	2,46	396	7,0	13,48
8 т/га	6,75	2,54	400	7,5	16,51
10 т/га	6,75	2,79	401	8,3	18,90

Внесенные в почву жидкие органические удобрения повышают содержание в ней азота нитратного при дозе внесения 2 т/га в 1,3 раза; 4 т/га – в 1,45; 6 т/га – в 1,6; 8 т/га – в 1,7; 10 т/га – в 1,89 раза, азота аммонийного при дозе внесения 2 т/га в 8,8 раза; 4 т/га – в 9,3; 6 т/га – в

11,2; 8 т/га – в 13,8; 10 т/га – в 15,8 раз, подвижного фосфора, соответственно, в 1,40, 1,50, 1,65, 1,70, 1,87 раза. Содержание обменного калия осталось практически без изменений по всем вариантам эксперимента.

Всходы яровой пшеницы были получены раньше при внесении жидких органических удобрений. Растения всходили дружно, равномерно по площади. Растения в варианте твердых органических удобрений отставали в росте и развитии на начальной стадии, но улучшили свои показатели на стадии выхода в трубку. При наблюдении за посевами по вариантам исследования установлено, что наиболее эффективно было применение органических удобрений: в варианте 4 т/га твердых и 8 т/га жидких (табл. 2). Дальнейшее повышение дозы органических удобрений было не эффективно: ни полевая всхожесть, ни высота растений не увеличились.

Развитие яровой пшеницы можно отследить по наиболее эффективным вариантам. При внесении 4 т/га твердых органических удобрений высота растений была больше на 4 см, полевая всхожесть – на 4,3%, при внесении 8 т/га жидких органических удобрений – на 5,2 см и 3,9% соответственно по отношению к контролю. Сохранность растений в фазе кущения также увеличилась в этих вариантах.

#### 2. Показатели роста и развития яровой пшеницы

Показатель	Контроль	Доза внесения органических удобрений, т/га			
		твердых		жидких	
		2	4	4	8
Полевая всхожесть семян, %	92,4	94,1	96,7	94,5	96,3
Сохранность растений в фазе кущения, %	93,8	95,6	96,3	95,1	97,5
Высота растений в фазе кущения, см	24,3	27,8	28,3	27,4	29,5

Наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы получена в варианте опыта с применением жидких органических удобрений при внесении в дозе 8 т/га, что составило 28,3 ц/га, или на 5,5 ц/га больше, чем на контроле (табл. 3). Прибавка урожая при внесении твердых органических удобрений в дозе 4 т/га по сравнению с контролем составила 4,7 ц/га при урожае 27,5 ц/га.

Наиболее эффективен вариант с применением жидких органических удобрений при дозе внесения 8 т/га, где масса 1000 зерен составила 29,5 г, число продуктивных стеблей – 581 м<sup>2</sup>.

#### 3. Структура урожая и урожайность яровой пшеницы

Вариант	Число растений на 1 м <sup>2</sup>	Число продуктивных стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га
Контроль (б/у)	352	521	25,8	22,8	-
ТОУ: 1 т/га	359	561	26,2	23,9	1,1
2 т/га	361	564	26,6	24,2	1,4
3 т/га	365	567	27,3	26,3	3,5
4 т/га	368	573	28,2	27,5	4,7
5 т/га	366	569	27,9	27,1	4,3
ЖОУ: 2 т/га	361	565	26,8	24,4	1,6
4 т/га	365	569	27,1	24,9	2,1
6 т/га	368	579	29,1	27,9	5,1
8 т/га	373	581	29,5	28,3	5,5
10 т/га	371	580	29,2	28,1	5,3
t-критерий Стьюдента					20,8

Прибавка урожая по вариантам внесения твердых органических удобрений является значимой.

Варианты с внесением жидких органических удобрений в дозах 2 и 4 т/га, а также твердых органических удобрений – 1 и 2 т/га были не эффективны.

При анализе влияния удобрений на качество зерна пшеницы существенных различий в этих вариантах не наблюдалось (табл. 4.)

**4. Качественные показатели зерна яровой пшеницы**

Вариант опыта	Сухое вещество	Зола	Массовая доля клейковины
	%		
Контроль (б/у)	72,98	1,15	25,2
ТОУ: 1 т/га	74,5	1,28	25,6
2 т/га	78,1	1,32	25,8
3 т/га	81,2	1,65	26,0
4 т/га	88,51	1,87	26,3
5 т/га	86,22	1,73	24,3
ЖОУ: 2 т/га	75,6	1,40	25,7
4 т/га	78,2	1,71	25,9
6 т/га	82,9	1,84	26,3
8 т/га	89,34	1,93	27,1
10 т/га	80,34	1,95	26,1

Однако отмечено, что содержание сухого вещества в варианте опыта с применением жидких органических удобрений при внесении в дозе 8 т/га больше на 16,36%, при внесении твердых органических удобрений в дозе 4 т/га – на 15,53% по отношению к контролю.

Содержание золы в варианте опыта с применением жидких органических удобрений при внесении в дозе 8 т/га по отношению к контролю выше на 0,78%, при внесении твердых органических удобрений в дозе 4 т/га – на 1,72%.

Массовая доля клейковины в варианте опыта с применением жидких органических удобрений при внесении в дозе 8 т/га по отношению к контролю выше на 1,9%, при внесении твердых органических удобрений в дозе 4 т/га – на 1,1%.

Известно, что наиболее отзывчивы на органические удобрения почвы таежной зоны России, но эродированные обыкновенные черноземы Оренбуржья также нуждаются в органическом веществе, поскольку минеральные удобрения не могут поставлять углерод в почву. Твердые и жидкие органические удобрения характеризуются тем, что содержание питательных веществ, в том числе аммонийный азот, в удобрениях формируется в условиях анаэробного брожения органических отходов при их получении. Аммонийный азот будет быстро действовать на растения и быстро расходоваться из почвы. Содержание в удобрениях нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия служит растениям в течение всего вегетационного периода. В жидких органических удобрениях питательные вещества более подвижны и доступны растениям, действуют сразу, после внесения удобрений в почву. В твердых органических удобрениях питательные вещества сорбируются на поверхности твердой фазы удобрения и действуют дольше, наиболее эффективны на второй год исследований. Это показано также в работах других авторов: в России на дерново-подзолистой почве при внесении куриного помета и за рубежом [7, 12, 15].

Полученные органические удобрения эффективны с увеличением дозы внесения до 4 т/га для твердых органических удобрений и 8 т/га для жидких органических удобрений.

Наиболее эффективен вариант с применением жидких органических удобрений в дозе внесения 8 т/га, вероятно, в связи с тем, что удобрения вносили в жидком виде, доступном для растений, на ранней стадии их формирования. При этом жидкие удобрения оставались в пахотном слое почвы, миграция аммонийного азота в условиях дефицита осадков не происходила, почва подкислялась после внесения удобрений, что хорошо влияло на всхожесть и рост пшеницы. Затем в период вегетации аммоний закреплялся в почве, нитрифицировался и частично улетучивался. При этом в растениях в вариантах внесения жидкого органического удобрения формировалось меньше минеральных веществ и больше клейковины по отношению к контролю и вариантам с твердыми органическими удобрениями. При внесении твердых удобрений, в условиях дефицита осадков, растения отставали в росте и развитии.

**Выводы.** 1. Для Оренбуржья проблемой является снижение плодородия черноземов, что приводит на фоне дефицита атмосферных осадков к значительному снижению урожая зерновых культур. Применение под яровую пшеницу твердых и жидких органических удобрений, полученных из органических отходов, на черноземе обыкновенном Оренбуржья эффективно, потому что в почве увеличивается содержание нитратного и аммиачного азота, подвижного фосфора. Это вместе с обилием тепла и своевременно выпавшими атмосферными осадками создает условия для роста и развития растений.

2. Внесенные в почву твердые органические удобрения повышают содержание в ней аммонийного азота при дозе внесения 1 т/га – на 5,3 мг/100 г почвы, 5 т/га – на 8,1 мг/100 г почвы, нитратного азота при дозе внесения 1 т/га – на 3,41 мг/100 г почвы, 5 т/га – на 11,12 мг/100 г почвы. Внесенные в почву жидкие органические удобрения повышают содержание в ней азота нитратного при дозе внесения 2 т/га на 1,5 мг/100 г почвы, 10 т/га – на 3,9 мг/100 г почвы, азота аммонийного при дозе внесения 2 т/га на 9,33 мг/100 г почвы, 10 т/га – 17,88 мг/100 г почвы.

3. В то же время внесение 4 т/га твердых органических удобрений позволяет увеличить высоту растений на 4 см и полевую всхожесть на 4,3%, а при внесении 8 т/га жидких органических удобрений – на 5,2 см и 3,9% соответственно по отношению к контролю.

4. Также наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы получена в варианте опыта с применением жидких органических удобрений при внесении в дозе 8 т/га, что составило 28,3 ц/га и прибавка к контролю является значимой. Урожайность при внесении твердых органических удобрений в дозе 4 т/га составила 27,5 ц/га и прибавка к контролю также является значимой.

5. При дозе внесения жидких органических удобрений 8 т/га масса 1000 зерен составила 29,5 г, число продуктивных стеблей – 581/м<sup>2</sup>. Содержание сухого вещества, золы, массовой доли клейковины при внесении твердых и жидких органических удобрений существенно не различается.

6. Рекомендуемая эффективная доза внесения составляет для твердых органических удобрений 4 т/га (значимая прибавка урожая к контролю 4,7 ц/га), жидких органических удобрений – 8 т/га, (значимая прибавка урожая к контролю 5,5 ц/га). Дальнейшее повышение дозы внесения твердых и жидких органических

удобрений увеличивает содержание питательных веществ в почве, но не урожай.

#### Литература

1. Дабахова Е.В., Титова В.И. Оптимальное обращение с отходами как важнейшее условие сохранения экологического потенциала сельских территорий // Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах: Мат. между. Науч.-практ. конф. / НГСХА. – Н.Новгород: НИУ РАНХиГС, 2014. – С. 64-68.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Достова, Т. М. Влияние длительного сельскохозяйственного использования на гумусное состояние почв Южного Урала [Текст] / Т. М. Достова // Экология и биология почв. Материалы международной научной конференции / Отв. ред. Казеев К. Ш.; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2014. – 17-19 ноября. – С. 42-45.
4. Зинченко В.Е., Гринько А.В., Кулыгин В.А. Влияние элементов технологии на продуктивность яровой пшеницы в условиях обыкновенных черноземов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – №1 (21). – С. 66-71.
5. Идигенов, Б. Б. Производство органических удобрений при утилизации отходов сельского хозяйства [Электронный ресурс] / Б. Б. Идигенов, Т. А. Гамм // Региональные проблемы геологии, географии, техногенной и экологической безопасности : материалы III Всерос. науч.-практ. конф., 25-26 нояб. 2021 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации [и др.]. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, 2021. – С. 88-91.
6. Когут, Б.М. Оценка содержания гумуса в пахотных почвах России / Б.М. Когут // Почвоведение. – 2012. – №9. – С. 944-952.
7. Khorshandi N., Nourbakhsh F. Effect of amendment of manure and corn residues on soil N mineralization and enzyme activity // Agronomy for Sustainable Development. – 2007. – V.27. – I.2. – P.139–143.
8. Максютов Н.А., Жданов В.М., Абдрашитов Р.Р. Повышение плодородия почвы, урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала. – Оренбург, 2012. – 332 с.
9. Максютов Н.А., Жданов В.М., Лактионов О.В. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. – Оренбург, 2008. – 230 с.
10. Окопелова, А.А. Экологические принципы сохранения почвенного покрова / А.А. Окопелова, О.С. Безуглова, Г.С. Егорова ; Волгогр. гос. техн. ун-т. – Волгоград: Политехник, 2006. – 94 с.
11. Статистический ежегодник Оренбургской области. 2020: Стат.сб./Оренбургстат. – О65 Оренбург, 2020. – 492 с.
12. Русакова И.В. Снижение вымывания нитратов из дерново-подзолистой супесчаной почвы при внесении птичьего помета в комбинации с соломой ячменя // Владимирский земледелец. – 2014. – № 1 (67). – С. 16-18.
13. Shuaixiang Zhao, Susanne Schmitt, Xingjian Gao. A precision composting strategy that aligns compost and application methods with target crops and growing conditions can increase global food production. September 2022 Natural Food 3(9):1-12. DOI:10.1038/s43016-022-00584-x.
14. Twain J. Butler, David C. Weindorf, Kunj. Khan, James P. Muir. Influence of milk manure compost quality on corn silage and soil properties. July 2013 The Science of Composting and its Use 17 (1):18-24. DOI: 10.1080/1065657X.2009.10702395.
15. Xiaoping Zhang, Kun Zhao Fan, Tao Zhang, Wen Qi Ma. Advantages and disadvantages of replacing synthetic fertilizers with animal manure in crop production in China: meta-analysis. September 2019 Biology of Global Change 26(2): 888-900. DOI: 10.1111/gcb.14826.
16. Шоба С.А., Алябина И.О., Колесникова В.М., Молчанов Э.Н. и др. Почвенные ресурсы России. Географическая почвенная база данных. – М.: ГЕОС, 2010. – 128 с.

## INVESTIGATION OF THE EFFECT ON THE YIELD OF SPRING WHEAT OF SOLID AND LIQUID FERTILIZERS OBTAINED FROM ORGANIC WASTE ON ORDINARY CHERNOZEM.

*T.A. Gamm, PhD, Associate Professor, E.V. Grivko,, B.B. Idigenov,  
Orenburg State University Russia, 460000, Orenburg, Pobedy Ave., 13 E-mail: hammtam@mail.ru*

*The influence of solid and liquid organic fertilizers obtained from organic waste on the yield and quality of spring wheat was studied in a field experiment on ordinary chernozem of the Orenburg region. The article shows that liquid fertilizers were obtained at the plant based on metagenesis processes, solid fertilizers were obtained by composting from organic waste. It is established that solid and liquid organic fertilizers can be effectively used on ordinary chernozem of Orenburg region. The effective application rate is 4 t/ha for solid organic fertilizers, 8 t/ha for liquid organic fertilizers. The most effective option is The most effective option is with the use of liquid organic fertilizers at a rate of application of 8 c/ha, the yield is higher than the control by 5.5 c/ha, the mass fraction of gluten is 1.9%.  
Keywords: solid organic fertilizers, liquid organic fertilizers, spring wheat, ordinary chernozem, yield, nutrition elements.*