



DOI 10.35694/YARCX.2020.50.2.002

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЙ И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЫ

Е.В. Чебыкина

к.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой экологии
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

*Система обработки
почвы, система
удобрений, органическое
вещество почвы,
биологическая
активность почвы,
активность фермента
каталаза, органо-
минеральный субстрат,
урожайность ярового
рапса*

*Tillage system, fertilizer
system, soil organic matter,
soil biological activity,
catalase enzyme activity,
organo-mineral substrate,
spring rape yield*

В настоящее время остро стоит проблема утилизации или вторичного использования таких отходов сельскохозяйственного производства, как куриный помёт и отработанные вегетационные маты. Ранее была установлена возможность синтеза из них органо-минерального субстрата и использования его в качестве удобрения [1; 2]. Однако прежде чем рекомендовать данный субстрат для использования в технологиях выращивания полевых культур необходимо всестороннее изучение его воздействия на агроландшафт.

Одним из направлений исследований является агроэкологическая оценка агротехнических приёмов возделывания культур, которая предполагает анализ изменений биологических показателей плодородия почвы. Биологическая активность почв характеризует процессы превращения вещества и энергии, суммируя протекающие в почве биохимические процессы. Одними из основных показателей биологической активности почвы являются ферментативная и целлюлозоразлагающая активность. Среди ферментов важную роль играет каталаза, которая разрушает перекись водорода, появляющегося в процессе дыхания, и окисляет органические вещества до воды и кислорода [3; 4].

Для получения более полного представления о воздействии органо-минерального субстрата, состоящего из отработанных вегетационных матов и куриного помёта в качестве удобрения, необходимо проведение исследований в условиях конкретного типа агроландшафта, например, характеризующегося дерново-подзолистыми глееватыми почвами при возделывании ярового рапса.

Методика

Исследования проводились в 2019 году на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА (д. Бекренево Ярославского района) в трёхфакторном стационарном полевом опыте. 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 – 286,1 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 5,5.

Схема 3-факторного стационарного полевого опыта (2 x 6 x 2):

Фактор А. Система обработки, «О».

1. Отвальная: вспашка на 20–22 см с предварительным дискованием или лущением на 8–10 см, ежегодно, «О₁»;

2. Поверхностная: вспашка на 20–22 см с предварительным дискованием на 8–10 см в год закладки опыта + однократная поверхностная обработка на 6–8 см ежегодно, «О₂».

Фактор В. Система удобрений, «У».

1. Без удобрений, «У₁»;

2. Использованная минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «У₂»;

3. Органо-минеральный субстрат, «У₃»;

4. Обеззараженный куриный помёт, «У₄»;

5. Органо-минеральный субстрат + N₁₀₅ P₁₅ K₂₅, «У₅»;

6. N₁₀₅ P₁₅ K₂₅, «У₆».

Фактор С. Система защиты растений.

1. С гербицидом, «Г₁»;

2. Без гербицида, «Г₂».

В качестве исследуемой культуры выращивался яровой рапс сорта «Вираж». В наших исследованиях изучалось последствие минеральной ваты, куриного помёта и органо-минерального субстрата, внесённых в 2017 году.

Куриный помёт заделывался в норме 41 ц/га, что в пересчёте на действующее вещество составляет N₈₀ P₆₅ K₄₀. Использованные вегетационные маты IZOVOL AGRO UNIVERSAL были получены от ООО «Тепличный комбинат Ярославский». Норма внесения минеральной ваты составила 20,8 ц/га. Органо-минеральный субстрат был подготовлен с соотношением базальтовой ваты и куриного помёта 19:1 (19 частей куриного помёта и 1 часть минеральной ваты).

При проведении исследований использовались следующие методики: определение содержания гумуса по методу И.В. Тюрина (вариант ЦИНАО), анализ биологической активности почвы методом аппликации, активность фермента

каталаза – газометрическим методом, величина урожая определялась сплошным поделяночным методом с пересчётом на абсолютно чистую продукцию. Урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для трёхфакторного опыта, заложенного методом расщеплённых делянок.

Результаты

Содержание органического вещества в почве – один из основных показателей её плодородия. Скорость и специфика развития трансформации органических остатков, поступающих в почву, зависят от многих факторов: химического состава разлагаемого органического материала, особенностей почвенных и климатических условий, состава микробных ассоциаций и применяемых технологий возделывания [5].

В ходе наших исследований между изучаемыми системами обработки не было обнаружено существенных различий при сравнении вариантов без внесения удобрений (У₁) по содержанию органического вещества (табл. 1). На фоне отвальной системы обработки (О₁) эффективное воздействие на процессы гумификации оказало последствие органо-минерального субстрата как самостоятельно (У₃), так и совместно с минеральными удобрениями (У₅).

На вариантах с проведением поверхностной системы обработки (О₂) проявившиеся тенденции по влиянию фонов питания на воспроизводство плодородия почвы изменились. Наиболее интенсивному накоплению гумуса способствовала заделка в почву отработанных вегетационных матов (У₂) по сравнению с контролем (У₁). Несколько меньшими темпами гумификация органического вещества происходила при последствии органо-минерального субстрата, заделанного как самостоятельно (У₃), так и совместно с минеральными удобрениями (У₅), а также куриного помёта. Стимулирование процессов минерализации произошло при внесении одних минеральных удобрений, на этом варианте наблюдалось самое низкое содержание органического вещества.

С содержанием и составом органического вещества тесно связана биологическая активность почвы, в том числе активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов.

Сравнение вариантов без внесения удобрений (У₁) подтвердило формирование благоприятных условий для жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов при проведении поверхностной системы обработки (О₂) (табл. 2).

Таблица 1 – Содержание органического вещества в почве в среднем за вегетацию ярового рапса, %

обработка, «О»	Вариант удобрение, «У»	Слой почвы, см		
		0–10	10–20	0–20
Отвальная, «О ₁ »	Без удобрений, «У ₁ »	3,42	3,21	3,31
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «У ₂ »	3,22	3,61	3,41
	Органо-минеральный субстрат, «У ₃ »	3,66	3,69	3,67
	Куриный помёт (N ₈₀ P ₆₅ K ₄₀), «У ₄ »	3,35	3,56	3,45
	Органо-минеральный субстрат + N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₅ »	3,6	3,62	3,61
	N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₆ »	3,34	3,44	3,38
Поверхностная, «О ₂ »	Без удобрений, «У ₁ »	3,46	3,18	3,32
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «У ₂ »	3,95	3,61	3,78
	Органо-минеральный субстрат, «У ₃ »	3,66	3,49	3,58
	Куриный помёт (N ₈₀ P ₆₅ K ₄₀), «У ₄ »	3,64	3,54	3,59
	Органо-минеральный субстрат + N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₅ »	3,44	3,11	3,27
	N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₆ »	3,47	3,46	3,46
НСР ₀₅ для делянок I порядка		F _φ < F ₀₅		
НСР ₀₅ для делянок II порядка		F _φ < F ₀₅		

Причём при ресурсосберегающей обработке (О₂У₁) интенсивность разложения была выше в верхнем слое пахотного горизонта.

При анализе влияния систем удобрений при отвальной обработке почвы можно отметить, что как внесение минеральных удобрений, так и последствие уже заделанных форм удобрений,

приводило к торможению деятельности целлюлитиков. Несколько более высокие показатели были получены на варианте с последствием органо-минерального субстрата (О₁У₃), но дополнительное внесение с ним минеральных удобрений (О₁У₅) снизило биологическую активность почти в 2 раза.

Таблица 2 – Целлюлозоразлагающая активность почвы, %

обработка, «О»	Вариант удобрение, «У»	Слой почвы, см		
		0–10	10–20	0–20
Отвальная, «О ₁ »	Без удобрений, «У ₁ »	47,54	55,23	51,31
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «У ₂ »	50,72	40,84	42,98
	Органо-минеральный субстрат, «У ₃ »	50,71	42,21	46,42
	Куриный помёт (N ₈₀ P ₆₅ K ₄₀), «У ₄ »	35,39	41,77	38,53
	Органо-минеральный субстрат + N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₅ »	22,88	27,23	23,71
	N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₆ »	43,76	34,07	38,93
Поверхностная, «О ₂ »	Без удобрений, «У ₁ »	69,00	50,36	59,60
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «У ₂ »	51,75	35,67	43,63
	Органо-минеральный субстрат, «У ₃ »	59,50	53,28	56,36
	Куриный помёт (N ₈₀ P ₆₅ K ₄₀), «У ₄ »	48,76	39,52	44,15
	Органо-минеральный субстрат + N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₅ »	25,88	29,60	27,77
	N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₆ »	42,19	56,17	51,56
НСР ₀₅ для делянок I порядка		F _φ < F ₀₅		
НСР ₀₅ для делянок II порядка		F _φ < F ₀₅		

Такие же тенденции прослеживались и на фоне поверхностной системы обработки, за исключением варианта с внесением минеральных удобрений самостоятельно (O_2Y_6). Здесь депрессия микроорганизмов была не столь сильной, полученные показатели оказались на уровне контроля (O_2Y_3).

Биологическими катализаторами белковой природы, регулируемыми биохимические процессы в почве, являются ферменты. В наших исследованиях был проведён анализ активности каталазы, роль которой в почве заключается в разрушении ядовитой для растений перекиси водорода, образующейся в процессе дыхания растений и в результате биохимических реакций окисления органических веществ.

Анализ данных в среднем за вегетацию позволил установить, что при сравнении фонов без удобрений большей активностью фермента отличалась отвальная система обработки (O_1Y_1) (табл. 3).

На вариантах с отвальной системой обработки использование всех изучаемых систем удобрений приводило к депрессии в ферментативной активности. Небольшому сдерживанию негативных воздействий внешних факторов способствовало внесение минеральных удобрений на фоне последствия органо-минерального субстрата (O_1Y_5).

Аналогичные тенденции прослеживались и при проведении поверхностной системы обработки (O_2). Однако здесь использование полной нормы минеральных удобрений (O_2Y_6) обеспечивало рост активности каталазы выше уровня контроля (O_2Y_1).

Как известно, урожайность выращиваемой культуры во многом определяется условиями агроландшафта, а также уровнем почвенного плодородия, в том числе биологическими показателями. В ходе наших исследований между биологическими показателями плодородия и урожайностью ярового рапса были выявлены средние по тесноте взаимосвязи, в частности с активностью целлюлозоразлагающих микроорганизмов ($r = -0,5693$) и фермента каталаза ($r = 0,5457$).

Урожайность ярового рапса в год исследований оказалась достаточно низкой и составила в среднем по опыту 133,4 ц/га (табл. 4). Данный факт связан с неблагоприятными метеорологическими условиями в период вегетации культуры, относительно низкими среднесуточными температурами и большим количеством осадков.

При сравнении данных по взаимодействию факторов между системами обработки почвы не было выявлено значительных различий. Однако несколько большая прибавка урожая была получена при проведении отвальной системы

Таблица 3 – Активность фермента каталаза почвы в среднем за вегетацию ярового рапса, мл O_2 /г почвы

Вариант		Слой почвы, см		
обработка, «O»	удобрение, «Y»	0–10	10–20	0–20
Отвальная, «O ₁ »	Без удобрений, «Y ₁ »	1,92	2,05	1,98
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «Y ₂ »	1,55	1,51	1,53
	Органо-минеральный субстрат, «Y ₃ »	1,68	1,77	1,72
	Куриный помёт (N ₈₀ P ₆₅ K ₄₀), «Y ₄ »	1,95	1,83	1,89
	Органо-минеральный субстрат + N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «Y ₅ »	2,08	1,9	1,99
	N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «Y ₆ »	1,96	1,97	1,96
Поверхностная, «O ₂ »	Без удобрений, «Y ₁ »	1,85	1,8	1,82
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «Y ₂ »	1,65	1,67	1,66
	Органо-минеральный субстрат, «Y ₃ »	1,57	1,87	1,72
	Куриный помёт (N ₈₀ P ₆₅ K ₄₀), «Y ₄ »	1,43	1,8	1,62
	Органо-минеральный субстрат + N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «Y ₅ »	1,93	1,67	1,8
	N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «Y ₆ »	2,2	1,92	2,05
НСР ₀₅ для делянок I порядка		F _φ < F ₀₅		
НСР ₀₅ для делянок II порядка		F _φ < F ₀₅		

Таблица 4 – Урожайность зелёной массы ярового рапса, ц/га

Вариант		Урожайность, ц/га
обработка, «О»	удобрение, «У»	
Отвальная, «О ₁ »	Без удобрений, «У ₁ »	93,33
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «У ₂ »	98,00
	Органо-минеральный субстрат, «У ₃ »	118,00
	Куриный помёт (N ₈₀ P ₆₅ K ₄₀), «У ₄ »	122,00
	Органо-минеральный субстрат + N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₅ »	187,00
	N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₆ »	176,00
Поверхностная, «О ₂ »	Без удобрений, «У ₁ »	76,00
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «У ₂ »	83,00
	Органо-минеральный субстрат, «У ₃ »	113,67
	Куриный помёт (N ₈₀ P ₆₅ K ₄₀), «У ₄ »	110,00
	Органо-минеральный субстрат + N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₅ »	150,00
	N ₁₀₅ P ₁₅ K ₂₅ , «У ₆ »	147,00
НСР ₀₅ для делянок I порядка		45,324
НСР ₀₅ для делянок II порядка		27,283

обработки (О₁) при анализе фонов без удобрений (У₁). На вариантах со вспашкой все фоны удобрений обеспечивали достоверный рост урожайности, за исключением вариантов с последствием органо-минерального субстрата (О₁У₃) и заделкой минеральной ваты самостоятельно (О₁У₂).

На фоне поверхностной обработки (О₂) общий уровень урожайности зелёной массы был ниже, чем на отвальной (О₁) по всем системам удобрений. Прибавка урожая также была существенной практически по всем фонам питания, кроме варианта с последствием заделанных обработанных вегетационных матов (О₂У₂).

Выводы

Таким образом, последствие органо-минерального субстрата, состоящего из куриного помёта и обработанных вегетационных матов, не приводит к существенным изменениям биологических показателей плодородия почвы. На его фоне наблюдается накопление органического вещества и увеличение биологической активности почвы, при этом снижается активность фермента каталаза. Применение органо-минерального субстрата самостоятельно и особенно в сочетании с минеральными удобрениями обеспечивает достоверную прибавку урожая зелёной массы ярового рапса.

Литература

1. Баушева, Н.П. Влияние систем удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы [Текст] / Н.П. Баушева, И.Д. Халистова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – № 4 (48). – С. 7–10.
2. Чебыкина, Е.В. Направленность биохимических процессов, протекающих в почве при использовании разных видов удобрений [Текст] / Е.В. Чебыкина, Г.С. Цвик // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: сб. науч. тр. по материалам II Всеросс. (национальной) науч.-практ. конф. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. – С. 88–95.
3. Воронин, А.Н. Изменение агрофизических и биологических свойств дерново-подзолистой глееватой почвы под действием агротехнических приемов [Текст] / А.Н. Воронин, Т.Н. Перегуда, П.А. Котьяк, Б.А. Смирнов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 3. – С. 42–48.
4. Чебыкина, Е.В. Направленность биохимических процессов при применении ресурсосберегающих агроприемов [Текст] / Е.В. Чебыкина, П.А. Котьяк, А.М. Труфанов, Н.Б. Громов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 2 (30). – С. 29–34.
5. Щукин, С.В. Оценка действия энергосберегающих технологий основной обработки почвы на содержание органического вещества и агрофизические показатели плодородия [Текст] / С.В. Щукин,

Е.А. Горнич, А.М. Труфанов, А.Н. Воронин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 4 (56). – С. 119–126.

References

1. Bausheva, N.P. Vlijanie sistem udobrenij na urozhajnost' i kachestvo jarovoj pshenicy [Tekst] / N.P. Bausheva, I.D. Khalistova // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2019. – № 4 (48). – С. 7–10.

2. Chebykina, E.V. Napravlennost' biohimicheskikh processov, protekajushhih v pochve pri ispol'zovanii raznyh vidov udobrenij [Tekst] / E.V. Chebykina, G.S. Tsvik // Upravlenie plodorodiem i uluchshenie agrojekologicheskogo sostojanija zemel': sb. nauch. tr. po materialam II Vseross. (nacional'noj) nauch.-prakt. konf. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2019. – С. 88–95.

3. Voronin, A.N. Izmenenie agrofizicheskikh i biologicheskikh svojstv dernovo-podzolistoj gleevatoj pochvy pod dejstviem agrotehnicheskikh priemov [Tekst] / A.N. Voronin, T.N. Pereguda, P.A. Kotyak, B.A. Smirnov // Izvestija Timirjazevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2008. – № 3. – С. 42–48.

4. Chebykina, E.V. Napravlennost' biohimicheskikh processov pri primenenii resursosbergajushhih agropriemov [Tekst] / E.V. Chebykina, P.A. Kotyak, A.M. Trufanov, N.B. Gromov // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2015. – № 2 (30). – С. 29–34.

5. Shchukin, S.V. Ocenka dejstvija jenergosbergajushhih tehnologij osnovnoj obrabotki pochvy na sodержание organicheskogo veshhestva i agrofizicheskie pokazateli plodorodija [Tekst] / S.V. Shchukin, E.A. Gornich, A.M. Trufanov, A.N. Voronin // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyshee professional'noe obrazovanie. – 2019. – № 4 (56). – С. 119–126.

**Официальный сайт ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА:
www.yaragrovuz.ru**

РУБРИКИ САЙТА:

**Сведения об образовательной организации –
– Агросоветник – Образование – Абитуриенту –
– Наука и международная деятельность
(в том числе научный журнал «Вестник АПК Верхневолжья») –
– Дополнительное образование – Факультеты**

Все выпуски журнала «Вестник АПК Верхневолжья» в полнотекстовом формате,
требования к оформлению рукописей, контакты на страничке:
<http://yaragrovuz.ru/index.php/nauka-i-mezhdunarodnaya-deyatelnost/zhurnal-vestnik-apk-vekhnevolzhya>