

## Режим органического вещества чернозёма выщелоченного в стационарном опыте

*Е.К. Глебова, соискатель, К.Е. Стекольников, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ*

Современное земледелие эффективно только при интенсивном использовании почвенных ресурсов, средств химизации и прогрессивных методов селекции сельскохозяйственных культур. Несбалансированное применение агрохимикатов, прежде всего минеральных удобрений без сопутствующего им известкования, резко ухудшило свойства пахотных почв, в том числе и чернозёмов [1].

В современном земледелии невозможен полный отказ от применения агрохимикатов вследствие нарушения одного из основополагающих законов – закона возврата. Количество биогенных элементов, отчуждаемых с урожаем, компенсировать только вносимым органическим веществом в любой форме не представляется возможным из-за резко возрастающей их физической массы и отсутствия машин по внесению сверхвысоких (свыше 100 т/га) доз органических удобрений. Это невозможно и по чисто экономическим причинам. Стандартная влажность навоза 80%, т.е. 8/10 транспортируемой и вносимой массы приходится на воду. Транспортировка навоза на расстояния свыше 3–5 км экономически нецелесообразна. Кроме того, невозможно сбалансировать вносимую органическую массу даже по макроэлементам, азоту, фосфору и калию.

Чернозёмы – это уникальные природные образования, с помощью человека они постепенно превращаются в малогумусные почвы с низким

естественным плодородием. В течение последних 50–70 лет сельхозиспользования в чернозёмах наблюдалась дегумификация. На раннем этапе сельхоз использования в условиях опытного поля кафедры агрохимии Воронежского государственного аграрного университета чернозём выщелоченный содержал 7,23–8,79% гумуса [2]. Спустя 30 лет было отмечено его снижение до 7,12–7,74% [3]. В последующих исследованиях было отмечено снижение содержания гумуса в пахотном слое чернозёма выщелоченного до 3,74–4,80% [4]. Начиная с 80-х гг. темпы деградации замедляются и содержание гумуса в данных почвах уменьшается уже более медленно [2].

Мы согласны с мнением И.А. Крупенникова: «Наивно и даже преступно думать, что победа над деградациями чернозёмов, экологизация земледелия могут свершиться стихийно, свободной игрой рыночных отношений. Необходима политическая воля, принятие строгих законов о почве и её охране и, конечно, экологическое воспитание народа, прежде всего представителей всех уровней руководителей страны в центре и на местах».

**Материал и методы исследования.** Исследование выполнено на стационаре кафедры агрохимии, заложенном в 1987 г. на опытной станции Воронежского ГАУ. Почвенный покров стационара представлен чернозёмом выщелоченным малогумусным среднемощным тяжелосуглинистым.

Общая площадь участка составляет 14,8 га. Опыт включает 15 вариантов. Размещение делянок двухъярусное систематизированное. Освоен 6-польный

севооборот (размер поля 2,2 га): пар чёрный, озимая пшеница, сахарная свёкла, вико-овсяная смесь, озимая рожь (с 2006 г. озимая пшеница), ячмень. Все культуры севооборота выращивались с учётом агротехнических требований их возделывания в условиях Воронежской области.

Минеральные удобрения вносили ежегодно. Применяли аммиачную селитру, двойной суперфосфат, хлористый калий. Навоз вносили один раз за ротацию севооборота под сахарную свёклу в дозе 40 т/га. Дефекат в дозе 28 т/га был внесён в чёрном пару под озимую пшеницу в 1987 г. и повторно в дозе 20 т/га в 1999 г. (начало 3-й ротации севооборота) на 13-м и 15-м вариантах. В 2005 г. (начало 4-й ротации севооборота) было внесено по 22 т/га дефеката на 13-м и 15-м вариантах. В паровое поле 2011 г. после окончания 4-й ротации севооборота были внесены минеральные удобрения и навоз по схеме опыта, а дефекат не вносился. Для проведения исследования нами были выбраны следующие варианты опыта: 1 – контроль абсолютный, 2 – контроль фон (40 т/га навоза), 5 – фон +  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , 13 – фон + 21 т/га дефеката, 15 – фон + дефекат +  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Содержание гумуса определяли по методу Тюрина со спектрофотометрическим окончанием ОСТ 4647–76.

**Результаты исследования.** Чаще всего при изучении изменения содержания гумуса, а правдомернее говорить об органическом веществе (ОВ), учитывают разницу между определёнными промежутками времени и сравнивают их. Правдомерность такого сравнения не просто спорна, а скорее всего, абсурдна. Если мы обратимся к стандарту по методам определения органического вещества (ГОСТ 26213–91), то обнаружим там такие сведения: предельные значения относительной погрешности результатов анализа для двусторонней доверительной вероятности  $P = 0,95$  составляет в относительных процентах: при массовой доле органического вещества до 3%, от 3 до 5% и больше 5% она равна 20, 15 и 10% соответственно. А в абсолютных величинах это составит 0,6; 0,75 и 0,5% соответственно при содержании органического вещества 3,5 и более 5,0%. Поэтому, когда исследователи оперируют такими величинами изменений содержания гумуса, как 0,1–0,01%, это просто несерьёзно. Можно лишь констатировать эти изменения. Точно так же нелепы прогнозы содержания гумуса на определённый период, когда берут два показателя, полученные за определённый промежуток времени и делят разницу между ними на число лет. Такие прогнозы лишены вообще смысла.

В таблице 1 приведены данные по изменению содержания органического вещества за последнюю ротацию севооборота.

За нижнюю границу гумусового горизонта чернозёмов принимают слой с содержанием гумуса 2%. В исходном состоянии мощность гумусового

горизонта составляет 60 см – нижний предел слабо-мощного вида чернозёма. Применение удобрений и дефеката существенно влияет как на изменение содержания, так и на характер распределения ОВ по профилю. Однако процесс распределения ОВ по профилю имеет неодинаковый характер. Начиная с 2011 г. на всех вариантах опыта, за исключением варианта с дефекатом по органическому фону, наблюдалось резкое повышение содержания ОВ в слое 60–100 см. Это обусловлено миграцией гумусовых веществ в нижнюю часть профиля. В слое 80–100 см на вариантах с минеральными удобрениями по отношению к исходному состоянию содержание гумуса возросло в 2–2,5 раза.

Внесение навоза и одинарной дозы повышает содержание ОВ примерно одинаково – в 2 раза. Подобное повышение содержания ОВ отмечается и на варианте с дефекатом совместно с одинарной дозой минеральных удобрений. Повышается содержание ОВ в этом слое и на варианте абсолютного контроля, однако рост его содержания в верхней части профиля существенно меньше, чем на удобренных вариантах и с дефекатом, имеет место перераспределение содержания ОВ по профилю. На удобренных вариантах и с дефекатом совместно с одинарной дозой минеральных удобрений одновременно повышается содержание ОВ и усиливается его миграция в нижнюю часть профиля. Только на варианте с дефекатом по органическому фону аккумуляция ОВ протекает при заметном снижении его миграции в нижнюю часть профиля, но не исключает этот процесс полностью, что обусловлено тем, что дефекат не вносился в начале ротации севооборота.

Таким образом, мы можем сделать заключение, что внесение органических и минеральных удобрений способствует повышению содержания ОВ по всему профилю за счёт миграционных форм гумуса. Однако характер распределения прироста содержания ОВ по профилю определяется условиями увлажнения. В годы с нормальным увлажнением максимальное повышение содержания гумуса на этих вариантах наблюдалось преимущественно в нижней части профиля за счёт миграционных форм гумуса, а в годы с дефицитом осадков содержание ОВ повышалось только в слое 0–40 см, ниже оно уменьшалось. Внесение дефеката, особенно по органическому фону, способствовало стабилизации режима ОВ изучаемой почвы.

Динамичность ОВ во времени подтверждается данными таблицы 2. На его динамику, несомненно, оказывали влияние как погодные условия, так и сельхозкультуры, удобрения и дефекат. Наибольшая амплитуда колебаний содержания ОВ наблюдалась на вариантах с органо-минеральной системой удобрения и с дефекатом совместно с одинарной дозой минеральных удобрений. Только на вариантах абсолютного контроля, органической системы

1. Изменение содержания органического вещества под влиянием длительного применения удобрений и дефеката

Вариант	Слой, см	1987 %	Год											
			2011		2012		2013		2014		2015		2016	
			%	1987 %	%	1987 %	%	1987 %	%	1987 %	%	1987 %	%	1987 %
Контроль абсолютный	0–20	4,00	4,44	+0,44	4,28	+0,28	4,36	+0,36	4,05	+0,05	4,05	+0,05	4,63	+0,63
	20–40	3,68	3,81	+0,13	4,05	+0,37	4,21	+0,21	3,62	-0,06	3,62	-0,06	4,33	+0,73
	40–60	2,63	3,55	+0,92	3,93	+1,30	3,83	+1,20	2,40	-0,23	2,40	-0,23	3,77	+1,14
	60–80	1,83	2,70	+0,87	2,31	+0,48	2,59	+0,76	1,74	-0,11	1,74	-0,11	2,45	+0,62
	80–100	1,47	2,30	+0,83	2,90	+1,43	1,97	+0,50	0,54	-0,93	0,54	-0,93	2,35	+0,88
Контроль фон – 40 т/га навоза	0–20	4,13	5,03	+0,90	5,17	+1,04	5,48	+1,35	3,40	-0,83	3,40	-0,83	5,20	+1,07
	20–40	4,01	4,59	+0,58	3,93	-0,08	5,27	+1,26	3,85	-0,16	3,85	-0,16	4,74	+0,73
	40–60	2,71	3,29	+0,58	3,62	+0,91	4,14	+1,43	3,42	+0,71	3,42	+0,71	4,22	+1,51
	60–80	1,76	2,90	+1,14	2,31	+0,55	2,59	+0,83	2,96	+1,20	2,96	+1,20	2,86	+1,10
	80–100	1,39	2,27	+0,88	2,00	+0,61	2,38	+0,99	1,92	+0,53	1,92	+0,53	1,63	+0,24
Фон + NPK <sub>60</sub>	0–20	4,10	4,49	+0,39	5,69	+1,59	5,59	+1,49	3,80	-0,30	3,80	-0,30	4,84	+0,74
	20–40	3,72	4,09	+0,37	4,97	+1,25	5,17	+1,45	4,10	+0,38	4,10	+0,38	3,67	-0,05
	40–60	2,77	2,54	-0,23	3,52	+0,75	4,55	+1,78	3,70	+0,93	3,70	+0,93	2,96	+0,24
	60–80	1,95	1,31	-0,64	2,69	+0,74	3,52	+1,57	2,80	+0,85	2,80	+0,85	2,24	+0,29
	80–100	1,42	1,02	-0,40	2,10	+0,68	2,59	+1,17	1,75	+0,33	1,75	+0,33	1,94	+0,52
Фон + NPK <sub>120</sub>	0–20	4,10	4,83	+0,73	4,14	+0,04	5,17	+1,07	4,00	-0,10	4,00	-0,10	4,74	+0,60
	20–40	3,72	4,17	+0,45	4,24	+0,52	4,76	+1,04	4,60	+0,88	4,60	+0,88	4,22	+0,50
	40–60	3,26	2,89	-0,37	3,93	+0,67	4,55	+1,29	3,70	+0,44	3,70	+0,44	3,26	0,0
	60–80	1,84	1,78	-0,06	3,62	+1,78	3,62	+1,78	3,55	+1,71	3,55	+1,71	2,35	+0,51
	80–100	1,31	1,74	+0,43	2,99	+1,68	3,31	+2,00	2,46	+1,15	2,46	+1,15	2,14	+0,83
Фон + дефекат	0–20	4,04	4,91	+0,87	4,55	+0,51	5,27	+1,23	4,20	+0,16	4,20	+0,16	5,04	+1,00
	20–40	3,96	4,85	+0,89	4,14	+0,18	4,97	+1,01	4,14	0,00	4,14	0,00	4,63	+0,67
	40–60	2,85	3,00	+0,15	3,72	+0,87	4,14	+1,29	3,18	-0,67	3,18	-0,67	3,88	+1,03
	60–80	1,90	2,04	+0,14	2,62	+0,72	2,62	+0,72	3,00	+1,10	3,00	+1,10	2,45	+0,55
	80–100	1,34	0,93	+0,59	1,50	+0,16	1,67	+0,32	1,57	+0,23	1,57	+0,23	1,43	+0,10
Дефекат + NPK <sub>60</sub>	0–20	4,18	4,67	+0,49	5,17	+0,99	5,69	+1,51	3,90	-0,28	3,90	-0,28	4,74	+0,56
	20–40	3,84	4,71	+0,87	4,96	+1,12	5,17	+1,33	3,72	-0,12	3,72	-0,12	4,39	+0,55
	40–60	2,61	3,37	+0,66	4,76	+2,15	4,65	+2,04	2,70	+0,09	2,70	+0,09	3,77	+1,16
	60–80	1,78	2,47	+0,69	2,99	+1,21	3,62	+1,84	2,50	+0,72	2,50	+0,72	2,75	+0,97
	80–100	1,43	1,81	+0,38	2,59	+1,16	2,99	+1,56	1,84	+0,41	1,84	+0,41	2,45	+1,02
НСР <sub>095</sub>		0,5												

удобрения и с дефекатом по органическому фону амплитуда колебаний содержания ОВ практически была одинаковой.

В таблице 3 приведены данные послыйного баланса ОВ по вариантам опыта. Для расчётов мы брали пары – пар/ячмень и пар/пар, т.е. последняя культура севооборота сравнивалась с паром и пар предыдущей ротации с паром следующей.

По окончании 1-й ротации севооборота на абсолютном контроле в слое 0 – 50 см отмечалось повышение содержания ОВ на 0,10, а в слое 50 – 100 см – на 0,18%, т.е. в нижней части профиля накопление ОВ шло интенсивнее, чем в верхней, в 1,8 раза. Внесение навоза и одинарной и двойной дозы минеральных удобрений повысило накопление ОВ в нижней части профиля в 28 и 8 раз по сравнению с верхней толщей 50 см. Совершенно иначе проходило повышение содержания ОВ на вариантах с дефекатом. В слое 50 – 100 см содержание гумуса

тоже возрастает, но всего в 3 раза. При сравнении паровых полей мы отмечаем снижение содержания ОВ в слое 0 – 50 см по всем вариантам опыта, за исключением дефекатированных. Во 2-й ротации севооборота на абсолютном контроле отмечалось снижение содержания ОВ в слое 0 – 50 см и повышение в слое 50 – 100 см. На удобренных вариантах накопление в слое 50 – 100 см было в 5 раз выше, чем в слое 0 – 50 см, а на вариантах с дефекатом оно было всего 2-кратное. При сравнении паровых полей выясняется, что на абсолютном контроле и варианте с одинарной дозой минеральных удобрений содержание ОВ в слое 0 – 50 см снижается на 0,11 и 0,21%, а на вариантах органического фона и с двойной дозой минеральных удобрений в слое 50 – 100 см увеличилось в 21 и 5 раз соответственно. На вариантах с дефекатом повышение содержания ОВ в слое 50 – 100 см превышало его рост в слое 0 – 50 см в 1,3 и 6 раз соответственно.

## 2. Изменение среднепрофильного содержания ОВ

Вариант	Год							Пределы варьирования, %	Амплитуда колебаний, %
	1987 исх.	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Контроль абс.	2,73	2,72	3,47	3,29	2,94	2,47	3,50	2,47–3,47	1,00
Фон – 40 т/га навоза	2,78	2,80	3,04	3,29	2,98	3,11	3,73	2,78–3,73	0,95
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,79	2,79	3,79	3,49	2,36	3,23	2,93	2,36–3,79	1,43
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	2,85	3,08	3,78	3,09	2,53	3,78	3,34	2,53–3,78	1,25
Фон + дефекат	2,81	3,15	3,31	2,59	2,79	3,22	3,49	2,59–3,49	0,90
Дефекат + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,77	3,41	4,09	3,45	3,10	3,13	3,62	2,77–4,09	1,32

## 3. Послойный баланс ОВ

Вариант	Слой, см	Баланс ОВ, %							
		пар/ячм	пар/пар	пар/ячм	пар/пар	пар/ячм	пар/пар	пар/ячм	пар/пар
Контроль абсолютный	0–50	+0,10	-0,62	-0,05	-0,11	-0,16	+0,06	+0,12	+1,03
	50–100	+0,18	-0,70	+0,34	+0,10	+0,47	+0,36	-0,41	+2,44
Фон – 40 т/га навоза	0–50	+0,11	-0,20	+0,59	+0,04	+0,07	+0,81	+1,40	+1,77
	50–100	+0,80	+0,75	+2,21	+0,85	+1,81	+2,47	+0,04	+3,63
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0–50	-0,04	-0,37	+0,37	-0,21	-0,07	+0,53	+1,09	+0,65
	50–100	+1,14	+0,57	+1,42	+0,60	+1,02	+1,63	-0,73	-0,51
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	0–50	+0,24	-0,24	+0,49	+0,34	+0,54	+0,90	+0,55	+1,00
	50–100	+1,83	+0,81	+2,58	+1,91	+3,62	+3,34	-0,82	+0,32
Фон +дефекат	0–50	+0,77	+0,63	+0,87	+1,18	+1,51	+2,24	+1,04	+1,93
	50–100	+1,38	+1,51	+1,32	+1,51	+1,94	+2,58	+0,08	+1,60
Дефекат + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0–50	+0,52	+0,33	+0,99	+0,28	+0,53	+1,08	+1,01	+1,74
	50–100	+1,94	+1,92	+2,39	+1,65	+1,73	+2,29	+0,98	+3,18

В 3-й ротации выявленные закономерности перераспределения прибавок содержания ОВ сохранились. В 4-й ротации севооборота наблюдалась несколько иная закономерность. Так, на вариантах абсолютного контроля и с минеральными удобрениями отмечалось снижение содержания ОВ в слое 50–100 см. Накопление ОВ преобладало в слое 0–50 см, особенно это характерно для варианта органического фона и с дефекатом.

Считаем, что нами получены вполне убедительные доказательства повышения содержания ОВ в нижней части профиля изучаемой почвы за счёт миграционных форм гумуса. В наибольшей степени это выражено на удобренных вариантах, а внесение дефеката существенно ограничивает миграцию гумусовых веществ в нижнюю часть профиля. Уровень плодородия почвы в значительной мере определяется содержанием ОВ, но наибольшее значение имеют его запасы. Они, как правило, определяются в корнеобитаемом слое, послойно, или в метровой толще. Данные по определению послойных запасов ОВ по вариантам опыта и пределы их варьирования приведены в таблице 4. Запасы ОВ изменялись не только в верхней части, но и по всему профилю изучаемой почвы. Наибольшие изменения послойных запасов ОВ наблюдались на вариантах с органо-минеральной системой удобрения и с дефекатом совместно с одинарной дозой минеральных удобрений. Амплитуда колебаний на этих вариантах составляла 188, 169 и 173 т/га, а минимальные – на

вариантах с органической системой удобрения и с дефекатом по органическому фону, амплитуда колебаний составляла 121 и 115 т/га соответственно. На варианте абсолютного контроля запасы ОВ были подвержены существенным колебаниям, амплитуда колебаний его запасов составляла 150 т/га.

Как уже было показано (табл. 1), под влиянием удобрений и дефеката протекает процесс перераспределения ОВ по профилю изучаемой почвы. Если органическая и органо-минеральная система удобрения усиливает этот процесс, то дефекат, даже в последствии, заметно его снижает. Представляет интерес и характер распределения запасов ОВ в метровой толще изучаемой почвы (табл. 5).

В исходном состоянии основная масса ОВ была сосредоточена в верхнем слое 50 см, пределы варьирования составляли 61,33 – 64,16%. По окончании 6-й ротации севооборота мы отмечали снижение запасов ОВ на всех вариантах опыта. Максимальное снижение выявлено на удобренных вариантах, в т. ч. и на варианте с дефекатом совместно с одинарной дозой минеральных удобрений, а минимальное – на варианте органо-минеральной системы удобрения с одинарной дозой минеральных удобрений и с дефекатом по органическому фону. Подобные изменения обусловлены миграционными формами гумусовых веществ. Вновь отметим, что дефекат в начале ротации севооборота не вносился, тем не менее его последствие на органическом фоне ещё проявляется в снижении темпов нисходящей

миграции ОВ. Важным показателем эффективности любого мероприятия является урожайность сельхозкультур, данные приведены в таблице 6.

Действие систем применения удобрения и дефеката мы можем проследить по урожайности пяти культур севооборота, различающихся по требованиям к уровню минерального питания и физико-химическим условиям. В этом отношении наиболее требовательными культуры севооборота были озимая пшеница и сахарная свёкла. Урожай озимой пшеницы в 2012 г. был низким, однако применение органической и органо-минеральной систем удобрения позволили получить достоверные прибавки. На вариантах с дефекатом прибавки урожая были недостоверны. Сравнительно низкая урожайность

озимой пшеницы обусловлена резко засушливыми условиями вегетационного периода 2011 г. и засушливыми условиями к моменту сева. Из-за дефицита осенних осадков и малых запасов продуктивной влаги всходы озимой пшеницы были изреженные и ситуацию не спасло избыточное увлажнение в апреле 2012 г., так как май был резко засушливым, ГТК – 0,38. Избыточное увлажнение июня и июля уже не повлияло на формирование урожая.

Сахарная свёкла в 2013 г. сформировала высокий урожай – даже на абсолютном контроле более 51 т/га. Органические и органо-минеральные системы удобрения повысили урожай сахарной свёклы на 132,143 и 145% соответственно по сравнению с контролем. Надо отметить и то, что на вариантах

4. Изменение послойных запасов ОВ, пределы варьирования и амплитуда колебаний, т/га

Вариант	Слой, см	Год							Пределы варьирования	Амплитуда колебаний
		запасы гумуса								
		1987	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Контроль абсолютный	0–20	81	98	94	102	93	89	102	81–102	21
	20–40	88	91	97	90	92	87	104	87–104	17
	40–60	68	92	102	84	88	62	98	68–102	34
	60–80	51	76	65	58	63	49	69	49–76	27
	80–100	43	69	84	80	30	16	70	16–94	78
	0–100	331	426	442	414	366	293	443	293–443	150
Контроль фон – 40 т/га навоза	0–20	91	111	114	95	91	75	114	75–114	39
	20–40	96	110	94	106	91	92	114	91–114	23
	40–60	70	85	94	91	75	89	110	70–110	40
	60–80	49	81	65	66	59	83	80	49–83	34
	80–100	40	68	58	53	56	56	49	40–68	28
	0–100	346	455	425	411	372	395	467	346–467	121
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0–20	90	99	125	97	77	84	106	77–125	48
	20–40	89	98	119	109	77	98	88	77–119	42
	40–60	72	66	91	88	54	93	77	54–93	39
	60–80	55	37	75	83	40	78	63	37–83	46
	80–100	41	31	61	62	35	51	58	31–62	31
	0–100	347	331	471	439	283	404	392	283–471	188
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	0–20	90	106	91	91	73	88	104	73–106	33
	20–40	89	100	102	94	99	110	101	89–110	21
	40–60	85	75	102	75	78	96	85	75–102	27
	60–80	51	50	101	69	43	99	66	43–101	58
	80–100	38	52	87	61	21	71	64	21–87	66
	0–100	353	383	483	390	314	464	420	314–483	169
Фон + дефекат	0–20	89	108	100	93	93	92	111	89–111	22
	20–40	95	116	99	82	82	99	111	82–116	34
	40–60	74	78	97	62	75	83	101	62–101	49
	60–80	53	57	73	51	63	84	69	51–84	33
	80–100	39	27	43	32	35	45	43	27–45	18
	0–100	350	386	412	320	348	403	435	320–435	115
Дефекат + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0–20	92	103	114	100	93	86	104	86–114	28
	20–40	92	113	119	91	94	89	105	89–119	30
	40–60	68	88	124	86	94	70	98	68–124	56
	60–80	50	69	84	71	69	70	77	50–84	35
	80–100	41	54	75	59	39	53	73	39–75	36
	0–100	343	427	516	407	389	368	457	343–516	173

## 5. Изменение запасов ОБ в слое 0–50 см, в % от запасов в слое 0–100 см

Вариант	Год							Средн.	± к исх.
	1987	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Контроль абсолютный	61,33	55,16	54,75	56,52	62,57	70,65	57,56	59,79	-1,54
Фон – 40 т/га навоза	64,16	57,80	60,00	59,42	58,87	53,42	60,60	59,18	-4,98
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	61,96	69,49	61,36	56,95	63,96	56,44	59,18	61,33	-0,63
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	62,61	63,45	50,52	56,92	67,19	53,02	58,81	58,93	-3,68
Фон + дефекаг	63,14	68,13	59,95	64,37	60,92	57,57	62,53	62,37	-0,77
Дефекаг + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	62,97	60,89	57,17	57,49	60,15	57,06	56,45	58,88	-4,09

## 6. Урожайность сельскохозяйственных культур в опыте, т/га

Вариант	Год, культура					
	2011, пар	2012, оз. пшеница	2013, сах. свёкла	2014, вико-овёс (з/м)	2015, овёс (з/м)	2016, ячмень
Контроль абс.	-	2,49/-	51,3/-	12,2/-	13,9/-	2,23/-
Фон – 40 т/га навоза	-	2,74/110	67,8/132	15,7/129	15,4/111	2,32/104
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-	2,87/115	73,3/143	17,1/140	16,6/119	3,18/143
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	-	3,07/123	74,5/145	20,3/166	18,7/134	3,75/168
Фон + дефекаг	-	2,53/102	74,3/145	16,1/132	14,6/105	2,71/121
Дефекаг + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-	2,57/103	73,2/143	18,2/149	14,6/105	3,39/152
НСР <sub>095</sub>	-	0,24	2,53	2,37	0,78	0,41/

Примечание: числитель – урожайность, т/га, знаменатель – % от абсолютного контроля

с дефекагом были получены равноценные удобрениям вариантам прибавки урожаев, и это при том, что дефекаг в паровом поле 2011 г. не вносился.

Высокий эффект от органической и органоминеральной системы применения удобрения получен в 2014 г. по вико-овсяной смеси на зелёную массу. Максимальная прибавка урожая получена на варианте с двойной дозой минеральных удобрений по органическому фону – 166%. Эффективность применения дефекага по органическому фону и совместно с одинарной дозой минеральных удобрений оказалась выше, чем при органической и органоминеральной системах удобрения. Следующей культурой севооборота после вико-овсяной смеси должна была быть озимая пшеница. Однако посев её был выполнен в почву с очень незначительным запасом продуктивной влаги, что было обусловлено резкой засухой предшествующих посеву месяцев – в августе и сентябре, ГТК составляли 0,03 и 0,69 соответственно. Весной 2015 г. в изреженную озимую пшеницу подсеяли овёс и убрали на зелёную массу из-за неравномерности развития озимой пшеницы и овса. Урожай ячменя на удобрённых вариантах и с дефекагом составил 104–168%. Прибавки урожая достоверны, за исключением органической системы удобрения.

**Выводы.** 1. Под влиянием удобрений и дефекага протекает процесс накопления и перераспределения ОБ по профилю изучаемой почвы. Органическая и органоминеральная системы удобрения усиливают этот процесс. Дефекаг, даже в последствии, способствует аккумуляции ОБ и заметно его снижает его нисходящую миграцию.

2. Органическая и органоминеральная системы применения удобрения существенно повышают урожай сельхозкультур. На вариантах с дефекагом прибавки урожая недостоверны только в 2012 г., но мы подчёркиваем, что в паровом поле дефекаг, в отличие от удобрений, не вносился. В данном случае мы оцениваем длительное последствие.

### Литература

1. Ковда В.А. Прошлое и будущее чернозёма // Русский чернозём 100 лет после Докучаева. М.: Изд-во «Наука», 1983. С. 253–280.
2. Парахневич Т.М. Изменение почвенно-агрохимических показателей плодородия чернозёма выщелоченного и пути их регулирования в парозернопропашном севообороте: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Каменная степь, 1999. 23 с.
3. Цыганов М.С., Куклинова В.Ф. Почвы и условия почвообразования территории опытной станции ВСХИ. Воронеж, 1954. С. 134.
4. Цуриков А.Т. Дефицит кальция в почвах как лимитирующий фактор получения высоких урожаев в условиях ЦЧЗ // Эффективность применения удобрений и мелиорантов в почвах Центрально-Чернозёмной зоны. Воронеж: Изд-во ВСХИ, 1986. С. 94–97.