

## **Изменение содержания и запасов гумуса в чернозёме обыкновенном в зависимости от применяемых систем удобрений**

***А.В. Парамонов**, к.с.-х.н., **А.В. Федюшкин**, к.с.-х.н.,  
**В.И. Медведева**, ст.н.с., ФГБНУ Донской зональный НИИСХ*

Содержание и запасы органического вещества в почвах традиционно служат основными критериями оценки почвенного плодородия, а в последние годы всё больше рассматриваются и с точки зрения экологической устойчивости почв как компонента биосферы. Органическое вещество в целом и от-

дельные его группы разносторонне влияют на агрономические свойства и режимы почв [1–3].

По своим природным свойствам чернозёмы относятся к почвам с высоким уровнем плодородия, однако сейчас наблюдается негативная тенденция к их ухудшению под воздействием длительного сельскохозяйственного использования. Удобрения имеют разностороннее влияние на процессы трансформации органических веществ

почвы, меняя комплекс показателей, характеризующих его гумусовое состояние. Органические и минеральные удобрения являются одним из наиболее значимых факторов антропогенного воздействия на почву [4]. Поэтому для оптимизации эффективного плодородия весьма важное значение имеет система удобрения. Одни учёные [5, 6] утверждают, что в связи с применением только физиологически кислых минеральных удобрений потери гумуса могут составлять 4–12%, другие [7, 8] отмечают, что регулярное применение минеральных удобрений стабилизирует и оказывает положительное влияние на содержание гумуса в почве.

В соответствии с вышеизложенным целью работы являлось проследить направленность и количественные изменения гумуса, а также дозы удобрений, позволяющих сохранить плодородие почвы пахотного и подпахотного горизонтов чернозёма обыкновенного.

**Материал и методы исследования.** Объектами исследования были культуры севооборота, почва пахотного и подпахотного горизонтов стационарного опытного участка, дозы органических и минеральных удобрений.

Постановку опытов с ежегодной перезакладкой проводили на опытном поле отдела общего земледелия ФГБНУ «ДЗНИИЭСХ» (стационар Д4) согласно методике полевого опыта Б.А. Доспехова [9] начиная с 1974 г. Схема опыта включала в себя чередование культур и предшественников в следующем порядке: пар, озимая пшеница, кукуруза на зерно, яровой ячмень, кукуруза на силос, озимая пшеница, горох, озимая пшеница, подсолнечник. Повторность опыта четырёхкратная. Площадь делянки составляет 132 м<sup>2</sup>. Для изучения действия долговременного и систематического внесения навоза, различных доз минеральных, органических удобрений, а также различных их сочетаний, была разработана следующая система их внесения (по вариантам): I – контроль; II – 11,1 т/га навоза; III – N<sub>50</sub>P<sub>22</sub>K<sub>22</sub>; IV – N<sub>84</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>; V – 8,9 т/га навоза + N<sub>44</sub>P<sub>22</sub>K<sub>22</sub>; VI – 11,1 т/га навоза + N<sub>33</sub>P<sub>18</sub>; VII – N<sub>22</sub>; VIII – 8,9 т/га навоза + N<sub>37</sub>P<sub>23</sub>K<sub>23</sub>; IX – 8,9 т/га навоза + N<sub>64</sub>P<sub>23</sub>K<sub>23</sub>; X – 11,1 т/га навоза + N<sub>57</sub>P<sub>33</sub>K<sub>10</sub>; XI – 11,1 т/га навоза + N<sub>64</sub>P<sub>37</sub>K<sub>33</sub>; XII – 8,9 т/га навоза + N<sub>39</sub>P<sub>28</sub>K<sub>28</sub> (табл. 1). Единицы измерения изучаемых доз минеральных удобрений – кг д. в./га севооборотной площади.

С 2002 г. в вариантах VIII, X, XI в связи с экономическими условиями и дефицитом удобрений схема внесения была изменена и приобрела следующий вид: I – контроль; II – 11,1 т/га навоза; III – N<sub>44</sub>P<sub>22</sub>K<sub>22</sub>; IV – N<sub>84</sub>; V – 6,7 т/га навоза + N<sub>44</sub>P<sub>22</sub>K<sub>22</sub>; VI – 11,1 т/га навоза + N<sub>33</sub>P<sub>20</sub>; VII – N<sub>20</sub>; VIII – N<sub>38</sub>; IX – 11,1 т/га навоза + N<sub>71</sub>P<sub>23</sub>K<sub>23</sub>; X – N<sub>67</sub>; XI – N<sub>64</sub>; XII – N<sub>36</sub>.

Применяли агротехнику, рекомендуемую в зоне. Почва опытного поля – чернозём обыкновенный,

очень тёплый, кратковременно промерзающий. Значительная толща почвы в течение зимнего периода пребывает в активном состоянии. Гранулометрический состав тяжелосуглинистый, местами легкоглинистый. Характерная особенность почвы – большая мощность гумусового горизонта (75–100 см) при невысоком содержании гумуса. В пахотном слое почвы при закладке опыта оно составляло 4,41%. Содержание валового азота – 0,22–0,24%, общего фосфора – 0,17–0,18%, калия – 2,3–2,4%, минерального азота и подвижного фосфора – низкое, обменного калия – повышенное. Изучение изменений содержания и запасов гумуса осуществлялось в пахотном слое почвы 0–30 см (A<sub>пах</sub>) и подпахотном 30–50 см (A1). Определение содержания гумуса в почве проводили по методу Тюрина в модификации Н.В. Симакова.

Сумма поглощённых оснований в пахотном слое в среднем составляет 40 мг-экв/100 г почвы, в её составе более всего кальция – 85%, магния – около 10%, натрия – 3%. Вниз по профилю содержание магния возрастает и на глубине 150–200 см превышает содержание кальция или равняется ему. Реакция почвенной среды A<sub>пах</sub> (0–30 см) нейтральная или слабощелочная. В нижних горизонтах при изменении соотношения обменных катионов в сторону увеличения магния она становится более щелочной. Почва хорошо оструктурена. Сумма водопропрочных агрегатов – 50–55%. Пахотный слой имеет удовлетворительную пористость (50–60% от объёма). Водный режим почвы – непромывной. Однако в отдельные годы после чистого пара бывают глубокие промачивания, когда осенний дефицит влаги в почвенно-грунтовой толще меньше, чем сумма осенне-зимних осадков.

Климат зоны континентальный, умеренно жаркий [10]. Годовая температура воздуха составляет в среднем 9,6°C, сумма температур воздуха – 3200–3400°. Продолжительность тёплого периода равна 230–260 дн., безморозного – 175–180 дн. Относительная влажность воздуха имеет выраженную годовую динамику. Наименьшее её значение наблюдается в июле – 50–60%, минимальные значения в отдельные дни могут достигать 25–30% и ниже. Среднегодовое количество осадков составляет 500 мм. За тёплый период их выпадает до 300 мм.

**Результаты исследования.** Наиболее объективными показателями, характеризующими влияние внесения удобрений на плодородие почвы, являются продуктивность севооборота и её прибавки от внесения тех или иных доз удобрений, а также изменения запасов органического вещества в почве. Воздействие длительного и систематического внесения удобрений на продуктивность севооборота в 3-й и 4-й ротациях представлена в таблице 1. В 3-й ротации севооборота минимальная продуктивность была отмечена на контрольном варианте опыта – 27,1 ц з.е./га. Одностороннее внесение

1. Влияние различных доз удобрений на продуктивность севооборота в 3-й и 4-й ротациях

Вариант	Доза удобрений	3-я ротация		Доза удобрений	4-я ротация	
		продуктивность, ц з.е./га	прибавка, %		продуктивность, ц з.е./га	прибавка, %
I	Контроль	27,1	-	Контроль	28,7	-
II	11,1 т/га навоза	29,7	9,7	11,1 т/га навоза	32,6	13,6
III	N <sub>50</sub> P <sub>22</sub> K <sub>22</sub>	32,9	21,2	N <sub>44</sub> P <sub>22</sub> K <sub>22</sub>	36,5	27,1
IV	N <sub>84</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	34,8	28,2	N <sub>84</sub>	37,5	30,6
V	8,9 т/га навоза + N <sub>44</sub> P <sub>22</sub> K <sub>22</sub>	35,0	29,0	8,9 т/га навоза + N <sub>44</sub> P <sub>22</sub> K <sub>22</sub>	38,3	33,6
VI	11,1 т/га + N <sub>33</sub> P <sub>18</sub>	34,6	27,8	8,9 т/га + N <sub>33</sub> P <sub>20</sub>	38,1	32,8
VII	N <sub>22</sub>	31,2	15,0	N <sub>18</sub>	33,1	15,2
VIII	8,9 т/га навоза + N <sub>37</sub> P <sub>23</sub> K <sub>23</sub>	35,6	31,5	N <sub>38</sub>	37,7	31,3
X	8,9 т/га навоза + N <sub>64</sub> P <sub>23</sub> K <sub>23</sub>	36,4	34,4	11,1 т/га навоза + N <sub>71</sub> P <sub>23</sub> K <sub>23</sub>	39,1	36,2
XI	11,1 т/га навоза + N <sub>68</sub> P <sub>33</sub> K <sub>10</sub>	36,8	35,8	N <sub>68</sub>	39,4	37,3
XI	11,1 т/га навоза + N <sub>64</sub> P <sub>37</sub> K <sub>33</sub>	37,5	38,4	N <sub>64</sub>	39,6	37,9
XII	8,9 т/га навоза + N <sub>39</sub> P <sub>28</sub> K <sub>28</sub>	36,3	33,9	N <sub>37</sub>	38,1	32,9

только органических или минеральных удобрений не позволяло достичь результатов, сопоставимых с результатами их совместного применения. Наименьшие прибавки продуктивности севооборота были отмечены при внесении только органических удобрений в дозе 11,1 т на 1 га площади севооборота – 9,7, а также при использовании только азотных минеральных удобрений общей дозой 22 кг д.в./га – 15%. Максимальные значения данного показателя получены при совместном использовании органических в дозах 8,9–11,1 т/га навоза и минеральных удобрений N<sub>37–68</sub>P<sub>23–33</sub>K<sub>10–33</sub>.

В 4-й ротации севооборота минимальные прибавки продуктивности севооборота, так же как и в 3-й ротации, были получены при внесении только органических удобрений в дозе 11,1 т – 13,6%, или только азотных удобрений в количестве N<sub>18</sub> на 1 га севооборотной площади – 33,1%. Замена внесения полного органо-минерального удобрения внесением только азотных удобрений в вариантах VIII, X–XII за ротацию не привело к снижению значений данного показателя, что говорит о положительном длительном последствии их применения. Максимальная прибавка продуктивности отмечалась в вариантах IX–XI.

На протяжении всего периода проведения данного эксперимента отслеживалось изменение процентного содержания гумуса в почве. Наиболее контрастно отличающиеся друг о друга варианты приведены в таблице 2. На момент закладки данного опыта в A<sub>пах</sub> содержалось 4,41%, а горизонте A<sub>1</sub> – 3,97% гумуса. Через 27 лет (конец 3-й ротации) при эксплуатации пашни без применения удобрений процент органического вещества снизился как в пахотном, так и подпахотном горизонтах до 3,95 и 3,67%, а также в варианте V до значений 4,33

и 3,84% соответственно. Внесение 8,9 т/га навоза и N<sub>37</sub>P<sub>23</sub>K<sub>23</sub> минеральных удобрений (вариант VIII) не позволило полностью обеспечить питательными веществами формирование продуктивности севооборота на уровне 35,6 ц з.е./га, в результате этого снизилось поступление растительных остатков в почву, что в свою очередь привело к уменьшению содержания гумуса в подпахотном горизонте до 3,83%. Применение 8,9 т навоза, а также увеличение дозы минеральных удобрений до N<sub>64</sub>P<sub>23</sub>K<sub>23</sub> на 1 га севооборотной площади позволило полностью обеспечить растения необходимым минеральным питанием, что способствовало сохранению содержания органического вещества как в A<sub>пах</sub>, так и A<sub>1</sub>. Нарращивание дозы навоза до 11,1 т и минеральных удобрений до N<sub>64</sub>P<sub>37</sub>K<sub>33</sub> позволило не только удовлетворить потребности растений в питании, но и за счёт увеличения поступления органического вещества с органическими удобрениями и растительными остатками способствовало повышению содержания гумуса в почве до максимального значения в пахотном слое почвы – 4,62%, при этом его содержание в A<sub>1</sub> незначительно снизилось.

В 4-й ротации содержание гумуса в почве контрольного варианта продолжало снижаться и достигло значений 3,88% в A<sub>пах</sub> и 3,43% в подпахотном горизонте. К концу ротации в результате сокращения доз вносимых удобрений содержание гумуса в почве большинства вариантов опыта уменьшилось.

Так же как и на контроле, в варианте V содержание органического вещества снизилось и в A<sub>пах</sub>, и в A<sub>1</sub> вследствие недостаточного внесения питательных веществ с удобрениями для компенсации их выноса с урожаем. В пахотном горизонте вариантов VIII, XI переход в 4-й ротации на одностороннее

## 2. Влияние длительного применения удобрений на содержание гумуса в почве, %

Ротация	Почвенный горизонт	Вариант внесения удобрений					НСР <sub>05</sub>
		X	V	VIII	IX	XI	
Исходные данные	A <sub>пах</sub>	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	-
	A <sub>1</sub>	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	-
3-я	A <sub>пах</sub>	3,95	4,33	4,41	4,43	4,62	0,3
	A <sub>1</sub>	3,67	3,84	3,83	3,93	3,95	0,12
4-я	A <sub>пах</sub>	3,88	4,25	4,27	4,48	4,28	0,35
	A <sub>1</sub>	3,43	3,73	3,96	3,96	3,98	0,26

## 3. Изменение запасов гумуса в пахотном и подпахотном в слоях почвы, т/га

Ротация	Почвенный горизонт	Вариант внесения удобрений					НСР <sub>05</sub>
		I	V	VIII	IX	XI	
Исходные данные	A <sub>пах</sub>	145,6	145,6	145,6	145,6	145,6	-
	A <sub>1</sub>	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8	-
3-я	A <sub>пах</sub>	130,3	142,8	145,5	146,2	152,5	12
	A <sub>1</sub>	85,9	90,0	89,6	92,0	92,4	3,5
4-я	A <sub>пах</sub>	128,0	140,3	144,5	147,8	141,1	11,8
	A <sub>1</sub>	80,3	87,3	92,7	92,7	93,2	6,6

применение только азотных удобрений привело к снижению содержания гумуса на 0,14 и 0,34% соответственно. В подпахотном слое в двух вышеупомянутых вариантах наблюдался незначительный рост содержания органического вещества. Только в варианте IX в A<sub>пах</sub> и A<sub>1</sub> наметилась тенденция к увеличению содержания органического вещества в обоих изучаемых слоях почвы.

Ещё одним показателем, характеризующим плодородие почвы, является величина запасов гумуса в почве. Необходимо отметить, что плотность почвы, как один из показателей, оказывающих непосредственное влияние на величину запасов в ней органического вещества, за 36 лет опыта не претерпела существенных изменений. В A<sub>пах</sub> и A<sub>1</sub> данная величина составила 1,1 и 1,17 г/см<sup>3</sup> соответственно. На момент закладки опыта во всех вариантах запас гумуса в пахотном слое почвы был равен 145,6 т/га, в подпахотном горизонте – 92,8 т/га (табл. 3). По завершении 3-й ротации в результате эксплуатации пашни без применения удобрений данный показатель снизился в A<sub>пах</sub> на 15,2 т/га, а A<sub>1</sub> – на 6,9 т/га. В вариантах VIII и IX в пахотном горизонте запасы органического вещества остались на первоначальном уровне, при этом в подпахотном слое почвы отмечалась тенденция к снижению таковых. При внесении удобрений в дозе 11,1 т/га навоза совместно с минеральными удобрениями N<sub>64</sub>P<sub>37</sub>K<sub>33</sub> на 1 га севооборотной площади (вариант XI) за 27 лет опыта получено увеличение запасов в A<sub>пах</sub> на 6,9 т/га, или на 255 кг в год, в горизонте A<sub>1</sub> данный показатель остался практически без изменений.

В 4-й ротации на контрольном варианте и при внесении удобрений в дозе 8,9 т навоза и минеральных удобрений N<sub>44</sub>P<sub>22</sub>K<sub>22</sub> на 1 га севооборотной площади запасы органического вещества продолжали постепенно снижаться на всю глубину изучаемого почвенного покрова. В варианте XI в результате сокращения внесения органо-минеральных удо-

брений и применения только азотных в дозе N<sub>38</sub> на 1 га площади севооборота в пахотном слое почвы запасы органического вещества за девять лет снизились на 11,4 т, или 1,3 т в год, при этом значение данной величины в слое почвы 30–50 см осталось практически неизменным. Только совместное применение органических удобрений в дозе 11,1 т, а также минеральных удобрений в количестве N<sub>71</sub>P<sub>23</sub>K<sub>23</sub> на 1 га площади севооборота (вариант IX) позволило не только сохранить запасы гумуса в как в A<sub>пах</sub>, так и в A<sub>1</sub>, но и получить тенденцию к их увеличению.

**Вывод.** Сохранение запасов и содержания гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах почвы возможно при внесении 8,9–11,1 т органических и N<sub>64–71</sub>P<sub>23–37</sub>K<sub>23–33</sub> минеральных удобрений на 1 га площади севооборота. При внесении данной дозы удобрений продуктивность севооборота будет составлять 39,1 ц з.е./га.

Замена длительного и систематического внесения органо-минеральных удобрений на одностороннее применение азотных удобрений в зависимости от их дозировки приводит к снижению запасов гумуса в пахотном горизонте в течение одной ротации девятипольного зернопаропропашного севооборота. При этом в случае благоприятных погодных условий продуктивность севооборота может оставаться на прежнем уровне по крайней мере в течение девяти лет.

**Литература**

1. Кирюшин В.И. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев [и др.] М.: Изд-во МСХА, 1993. 100 с.
2. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 367 с.
3. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. М.: Колос, 2010. 687 с.
4. Бульо В.С., Сорочинський В.В. Напрями трансформації органічної речовини у сірому лісово – му ґрунті під впливом різних систем удобрення // Підгірне і гірське землеробство і тваринництво. 2004. Вип. 46. С. 3–9.

## АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

---

5. Носко Б.С., Чесняк Г.Я. Расширенное воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии в условиях Украины // Земледелие. 1988. № 1. С. 27–28.
6. Когут Б.М. Влияние длительного сельскохозяйственного использования на гумусовое состояние чернозёма типичного // Органическое вещество пахотных почв. М., 1987. С. 118–126.
7. Хлыстовский А.Д. Плодородие почвы при длительном применении удобрений и извести. М.: Наука, 1992. 192 с.
8. Лыков А.М., Бойчан Б.П., Вьюгин С.М. Органическое вещество и плодородие почвы в интенсивном земледелии. М.: ВНИИТЭИСХ, 1984. 58 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973, 336 с.
10. Агроклиматические ресурсы Ростовской области. Л.: Гидрометиздат, 1972. 252 с.