
СОДЕРЖАНИЕ ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СЕВООБОРОТАХ С БИНАРНЫМИ ПОСЕВАМИ

Александр Анатольевич Дедов¹
Анатолий Владимирович Дедов²
Марина Анатольевна Несмеянова²

¹ОАО «Аврора», Липецкая область

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В составе органического вещества почвы выделяют следующие основные группы: неразложившиеся растительные остатки и органические вещества растительного и животного происхождения, промежуточные продукты разложения (детриты) и собственно гумусовые кислоты. Собственно гумусовые кислоты сравнительно хорошо изучены, в то время как лабильное органическое вещество недостаточно. Цель исследования – установить степень и характер изменения содержания лабильного органического вещества при использовании приемов биологизации и способов обработки почвы в севооборотах с бинарными посевами. Важная роль в повышении содержания детрита принадлежит растительным остаткам, поступающим в почву после уборки культур севооборотов. Исследованиями установлено, что по сравнению с контролем приемы биологизации увеличивали массу растительных остатков на 42–83% и скорость их разложения на 12–16%. Поступление растительных остатков повышало массу детрита в пахотном слое почвы под культурами севооборотов на 20–39%. Содержание азота в составе детрита зависело от комплекса приемов биологизации и варьировало от 1,52 до 1,66% (на контроле 0,69%). Соотношение углерода к азоту в составе детрита в контрольном севообороте было 39, что свидетельствует о медленных темпах минерализации. В севооборотах с бинарными посевами это соотношение варьировало от 17 до 18, что указывает на способность этой фракции к быстрой минерализации. При использовании бинарных посевов культур севооборотов, замене чистого пара на сидеральный и занятый продуктивность севооборотов повышалась по сравнению с контролем на 3,8–23,0%. Показано, что в севооборотах с бинарными посевами наиболее рациональным способом основной обработки почвы, обеспечивающим равномерное распределение детрита, является вспашка под подсолнечник на глубину 20–22 см. Под остальные культуры севооборота необходимо проводить дисковую обработку на глубину 10–12 и 12–14 см.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: севооборот, бинарные посева, органическое вещество, растительные остатки, гумус, детрит, способы обработки, приемы биологизации.

THE CONTENT OF LABILE ORGANIC MATTER IN CROP ROTATIONS WITH BINARY CROPS

Aleksandr A. Dedov
Anatoliy V. Dedov
Marina A. Nesmeyanova

¹OAO Avrora, Lipetsk Oblast

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

In the composition of organic matter of the soil the following main groups can be distinguished: undecomposed plant residues and organic substances of plant and animal origin, intermediate decomposition products (detrites) and true humic acids. True humic acids are relatively well studied, while the labile organic matter is understudied. The objective of research was to determine the extent and nature of changes in the content of labile organic matter with the use of biologization techniques and soil tillage methods in crop rotations with binary crops. An important role in increasing the content of detritus is played by plant residues that enter the soil after crop harvesting. Studies show that compared to control the biologization techniques increased the mass of plant residues by 42–83% and their decomposition rate by 12–16%. The intake of plant residues increased the mass of detritus in the arable soil layer under the cultivated crops by 20–39%. The content of nitrogen in detritus depended on the complex of biologization techniques and varied from 1.52 to 1.66% (0.69% in control). The carbon to nitrogen ratio in detritus in the control crop rotation was 39, which indicated a slow rate of mineralization. In crop rotations with binary crops this ratio varied from 17 to 18, which indicated the capacity of this fraction for rapid mineraliza-

tion. When binary crop rotations were used and when complete fallow was replaced by green and seeded fallow, the productivity of crop rotations increased by 3.8–23.0% compared to control. It is shown that in crop rotations with binary crops the most reasonable way of basic tillage ensuring a uniform distribution of detritus is plowing for sunflower to the depth of 20–22 cm. For other crops in the rotation it is necessary to perform disk tillage to the depth of 10–12 and 12–14 cm.

KEY WORDS: crop rotation, binary crops, organic matter, plant residues, humus, detritus, tillage methods, biologization techniques.

В ведение

В составе органического вещества почвы выделяют следующие основные группы: неразложившиеся растительные остатки и органические вещества животного происхождения, промежуточные продукты разложения (детриты) и собственно гумусовые кислоты [3, 8]. Собственно гумусовые кислоты хорошо изучены, а лабильное органическое вещество недостаточно. Опубликованные научные данные по этому вопросу часто противоречат друг другу. Это связано с различной методикой их определения и климатическими условиями мест проведения исследований [3, 8].

Научные публикации многих авторов показывают, что при распашке целинных и залежных земель и дальнейшем их сельскохозяйственном использовании в первую очередь минерализуется детрит [2–4, 8, 11]. Поэтому в настоящее время основной задачей при возделывании сельскохозяйственных культур является не допустить больших потерь лабильного органического вещества почвы – непосредственного источника образования устойчивых соединений гумусовых веществ и обеспечить его воспроизводство, для чего разрабатываются различные приемы биологизации и обработки почвы [3, 9–14].

В настоящее время недостаточно изученным является влияние бинарных посевов на содержание детрита и его химический состав. Опубликованные данные носят дискуссионный характер, что явилось основанием для проведения исследований [9, 11].

Цель исследования – установить степень и характер изменения содержания лабильного органического вещества (детрита и его химический состав) при использовании приемов биологизации и способов обработки почвы в севооборотах с бинарными посевами.

Методика исследований

Исследования по определению влияния различных приемов биологизации и обработки почвы на содержание детрита и его химический состав проводились в 2010–2016 гг. в многофакторном стационарном и модельном опытах, заложенных в К(Ф)Х «ИП Палихов А.А.» Хохольского района Воронежской области.

Почва опытного участка – чернозем типичный среднесиловый глинистый с содержанием гумуса в пахотном слое почвы 5,5–5,6%. Сумма обменных оснований – 34,1, содержание подвижного фосфора (по Чирикову) – 113 мг/кг почвы, обменного калия (по Чирикову) – 184, гидролизуемого азота – 62,9 мг/кг почвы [5, 9].

При закладке опыта использовали общепринятую методику полевого опыта. Размещение культур севооборотов систематическое, повторность трехкратная. Севообороты представлены всеми полями в пространстве. Размер делянки – 37,8 × 17,4 м, общая площадь делянки – 658, учетной – 525 м².

Для повышения плодородия типичного чернозема в опыте использовали: сидеральный пар, занятый пар, солому озимой пшеницы и ячменя на удобрение, пожнивные сидераты из горчицы сарептской, бинарные (смешанные) посевы подсолнечника и озимой пшеницы с многолетними бобовыми травами. В этом опыте минеральные удобрения не вносили. Схема опыта 1 представлена тремя видами севооборотов:

- зернопаропропашной (контроль): чистый пар – озимая пшеница – ячмень – ½ подсолнечник + ½ кукуруза;

- сидеральный: сидеральный пар (донник 2-го года жизни) – озимая пшеница – ячмень + пожнивной посев горчицы сарептской – бинарный посев ½ подсолнечник + ½ кукуруза с донником 1-го года жизни;

- зернотравянопропашной: занятый пар (люцерна 2-го года жизни) – бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни – ячмень + пожнивной посев горчицы сарептской – бинарный посев ½ подсолнечник + ½ кукуруза с люцерной 1-го года жизни.

В опыте 1 также изучали следующие способы основной обработки почвы под подсолнечник:

- 1) отвальную вспашку на глубину 20–22 см;
- 2) безотвальную плоскорезную обработку на глубину 20–22 см.

Под остальные культуры севооборотов проводили дисковую обработку на глубину 10–12 и 12–14 см.

Побочную продукцию зерновых культур (измельченную солому озимой пшеницы и ячменя), зеленую массу донника желтого и пожнивной сидерат на всех вариантах опыта использовали на удобрение, заделывая их в почву дисковыми орудиями на глубину 10–12 см. Зеленую массу люцерны синей использовали на корм. После уборки ячменя высевали пожнивной сидерат (горчицу сарептскую или редьку масличную).

Технология возделывания культур севооборота была общепринятой для лесостепи ЦЧР, за исключением изучаемых приемов.

Содержание растительных остатков определяли по Н.З. Станкову [10], детрита – по методике, предложенной ТСХА [3], углерода в детрите – по Анстету [1], общего азота – по методу К.Е. Гинзбург [1].

Отбор образцов почвы проводили ежегодно по слоям 0–10, 10–20 и 20–30 см в следующие фазы:

- озимая пшеница – отрастание, колошение, уборка;
- ячмень – посев, колошение, уборка;
- подсолнечник – посев, начало цветения, уборка;
- пары – отрастание многолетних трав, начало цветения, перед посевом озимой пшеницы.

Изучение темпов разложения проводили в модельном полевым опыте 2. Скорость разложения биомассы культур севооборотов изучали в чистом виде и смеси [5].

Уборку урожая зерновых культур в севооборотах проводили комбайном «Сампо», подсолнечника – вручную. Урожай с учетных делянок пересчитывали на 100% чистоту и стандартную влажность.

Результаты исследований обрабатывали методами дисперсионного анализа с использованием типовых программ.

Результаты и их обсуждение

Важная роль в повышении содержания детрита принадлежит растительным остаткам, поступающим в почву после уборки культур севооборотов [6–8, 11–13].

Проведенные исследования показали, что масса растительных остатков зависела от вида севооборота, используемых приемов биологизации и способа обработки почвы (табл. 1).

Таблица 1. Масса растительных остатков и их разложение в пахотном слое почвы различных видов севооборотов (среднее за 2013–2016 гг.)

Вид севооборота	Масса остатков, т/га (опыт 1)	В % к контролю	Разложилось, % (опыт 2)
Зернопаропропашной (контроль)	<u>5,2</u> 5,1	<u>100</u> 98	30
Сидеральный	<u>7,6</u> 7,4	<u>146</u> 142	42
Зернотравянопропашной	<u>9,2</u> 9,5	<u>177</u> 183	46

Примечание: здесь и далее в таблицах в числителе – отвальная вспашка на глубину 20–22 см; в знаменателе – безотвальное плоскорезное рыхление на глубину 20–22 см

В среднем за годы исследований в зернопаропропашной севообороте (контроль) на фоне вспашки поступало 5,2 т/га растительных остатков, а на фоне безотвального рыхления – 5,1 т/га.

Приемы биологизации (сидерация в пару и пожнивно, солома озимой пшеницы и ячменя, бинарный посев подсолнечника с донником) в сидеральном севообороте увеличивали их массу на фоне вспашки на 46% и при безотвальном рыхлении – на 42%.

Количество растительных остатков в зернотравянопропашном севообороте на этих фонах увеличивалось соответственно на 77 и 83%.

Поступившие в почву после уборки культур севооборотов растительные остатки подвергаются процессу разложения.

Исследования, проведенные в модельном полевом опыте 2, показали, что в зернопаропропашном севообороте при ежегодном поступлении в пахотный слой почвы разложилось 30% всей биомассы растительных остатков. В сидеральном и зернотравянопропашном севооборотах темпы разложения массы растительных остатков увеличились соответственно на 12 и 16%. На увеличение темпов разложения растительных остатков культур севооборотов большое влияние оказывало поступление биомассы многолетних бобовых трав, обогащенных азотом. После уборки культур часть поступивших в почву растительных остатков разлагается до конечных продуктов – углекислого газа и воды, а из другой части образуется детрит.

Как показали исследования (стационарный опыт 1), масса детрита зависела от культур севооборотов, способа обработки почвы, приемов биологизации (табл. 2).

Таблица 2. Содержание детрита в пахотном слое (0–30 см) почвы под культурами севооборотов, %

Вид севооборота	Содержание детрита под культурами, %				
	Пар чистый	Озимая пшеница	Ячмень	Подсолнечник	В севообороте
Зернопаропропашной (контроль)	0,120	0,164	0,220	0,166	0,173
	0,103	0,134	0,170	0,177	0,166
Сидеральный	0,270	0,267	0,267	0,240	0,222
	0,247	0,256	0,270	0,217	0,208
Зернотравянопропашной	0,295	0,319	0,283	0,264	0,240
	0,272	0,287	0,264	0,243	0,222

За годы исследований в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) на фоне вспашки содержание детрита составляло 0,120%, а на фоне безотвального рыхления – на 14% меньше.

Достаточно эффективной оказалась замена чистого пара на сидеральный и занятый. В этих парах масса детрита за тот же период исследований достоверно увеличилась: на фоне вспашки – в 2,25 раза, на фоне безотвального рыхления – в 2,06 раза. При замене чистого пара на занятый люцерной 2-го года жизни отмечено достоверное увеличение содержания детрита: на фоне вспашки – на 246%, а при безотвальном рыхлении – на 227%.

За период парования до посева озимой пшеницы в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) было отмечено достоверное уменьшение содержания детрита на 66,5–73,9% и повышение его количества за это же время в сидеральном и зернотравянопропашном севооборотах.

Исследования показали, что в слое почвы 0–30 см под озимой пшеницей масса детрита составила 0,164% на фоне вспашки, а на фоне безотвального рыхления – на 18% меньше.

За период вегетации от посева до уборки озимой пшеницы на вариантах ее одновидового посева (контроль) в пахотном слое почвы отмечено достоверное увеличение содержания детрита на 13%.

При посеве озимой пшеницы по донниковому сидеральному пару количество детрита повышалось на 19% на фоне вспашки и на 16% – на фоне безотвального рыхления. В бинарном (смешанном) посеве озимой пшеницы с люцерной синей 3-го года жизни масса детрита увеличивалась на 26,5% на фоне вспашки и на 30,0% – на фоне безотвального рыхления.

В целом за период вегетации озимой пшеницы наблюдалось достоверное увеличение содержания детрита (на 66,5–73,9%) в пахотном слое почвы. Большая эффективность отмечена при замене чистого пара на сидеральный и занятый: масса детрита увеличивалась соответственно на 220 и 206%.

Наши исследования показали, что в пахотном слое почвы под ячменем на фоне вспашки масса детрита составляла 0,220%, а на фоне безотвального рыхления – 0,170%. За период от посева до уборки ячменя на контрольном варианте в пахотном слое почвы наблюдалось достоверное повышение содержания детрита на фоне вспашки с 0,193 до 0,247%, а на фоне безотвального рыхления – с 0,147 до 0,193%.

В сидеральном севообороте количество детрита под ячменем увеличивалось на 21% на фоне вспашки и на 23% – на фоне безотвального рыхления. В зернотравянопропашном севообороте его масса увеличивалась на 29% на фоне вспашки и на 20% – на фоне плоскорезного рыхления. В целом за период вегетации ячменя в пахотном слое почвы отмечено достоверное увеличение содержания детрита на 19–33%.

В пахотном слое почвы под подсолнечником (табл. 2) содержание детрита и его динамика зависели от использования различных приемов биологизации и способов основной обработки, периода вегетации, слоя почвы.

Достоверное уменьшение содержания детрита в пахотном слое почвы под подсолнечником на 66,5–73,9% отмечали в зернопаропропашном севообороте. В сидеральном и зернотравянопропашном севооборотах масса детрита под этой культурой достоверно увеличивалась на 31–59%. Это связано с темпами поступления и разложения биомассы под этой культурой, а также с технологией возделывания. В бинарном посеве подсолнечника с донником 1-го года жизни на фоне вспашки содержание детрита увеличивалось на 18% и на 40,5% – на фоне плоскорезного рыхления, а в бинарном посеве с люцерной синей 1-го года жизни – соответственно на 19,5 и 28,2%.

Рассматривая результаты исследований по содержанию детрита в целом по севооборотам, можно отметить, что его масса в зернопаропропашном севообороте на фоне вспашки составляла 0,173%, а на фоне безотвального рыхления достоверно снижалась до 0,166%.

В сидеральном севообороте его количество достоверно увеличивалось по сравнению с контролем на фоне вспашки в 1,28 раза, при безотвальном рыхлении – в 1,2 раза.

Содержание детрита достоверно увеличивалось в зернотравянопропашном севообороте по сравнению с контролем на фоне вспашки в 1,39 раза, на фоне безотвального рыхления – в 1,28 раза, а по сравнению с сидеральным севооборотом – соответственно на 11 и 8%.

Содержание в детрите углерода и азота, а также их соотношение влияет на темпы его разложения [3, 6].

Определение химического состава детрита в стационарном опыте в проведенных исследованиях под парами (чистый, занятый, сидеральный), озимой пшеницей, ячменем, подсолнечником показало, что его состав изменяется под влиянием возделываемых культур, приемов основной обработки почвы и биологизации (табл. 3).

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Таблица 3. Содержание углерода и азота в детрите пахотного слоя почвы под культурами севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы (среднее за 2014–2016 гг.)

Варианты опыта	N, %	C, %	C : N
Предшественники озимой пшеницы			
Пар чистый (контроль)	<u>0,60</u>	<u>25</u>	<u>42</u>
	0,66	27	41
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,50</u>	<u>24</u>	<u>18</u>
	1,57	22	17
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,61</u>	<u>31</u>	<u>18</u>
	1,61	33	19
Озимая пшеница			
Пар чистый (контроль)	<u>0,64</u>	<u>28</u>	<u>41</u>
	0,68	28	42
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,53</u>	<u>26</u>	<u>19</u>
	1,51	23	18
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,63</u>	<u>25</u>	<u>15</u>
	1,65	25	15
Ячмень			
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>0,80</u>	<u>30</u>	<u>39</u>
	0,80	30	39
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни	<u>1,42</u>	<u>26</u>	<u>18</u>
	1,45	26	18
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>1,63</u>	<u>33</u>	<u>20</u>
	1,63	35	21
Подсолнечник			
Одновидовой посев (контроль)	<u>0,72</u>	<u>26</u>	<u>35</u>
	0,65	24	35
Бинарный посев с донником	<u>1,62</u>	<u>26</u>	<u>18</u>
	1,53	25	19
Бинарный посев с люцерной синей	<u>1,78</u>	<u>27</u>	<u>16</u>
	1,76	29	17

За годы исследований в чистом пару (контроль) на фоне вспашки содержание азота в детрите составляло 0,60%, углерода – 25%, соотношение углерода к азоту (C : N) – 42. При замене вспашки на безотвальное рыхление количество азота в детрите повысилось до 0,66%, углерода – до 27%, соотношение C : N составило 41.

За период парования до посева озимой пшеницы в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) отмечено достоверное уменьшение количества азота в детрите на 9% и увеличение содержания углерода с 24 до 28%, что повышало их соотношение с 38 до 50.

При замене чистого пара на сидеральный и занятый содержание азота в детрите за этот же период достоверно увеличивалось на фоне обработок почвы на 0,9–1,01%, при этом отмечено снижение содержания углерода до 22–24% и соотношения C : N до 17–18. Этому способствовало разложение биомассы сидерата и растительных остатков люцерны, обогащенной азотом.

Установлено, что за годы исследований в пахотном слое почвы под озимой пшеницей зернопаропропашного севооборота содержание азота составляло 0,64% на фоне вспашки, на фоне безотвального рыхления – 0,68%, углерода – соответственно 25 и 27%. Широкое соотношение C : N (42–41) свидетельствует о медленных темпах разложения с поглощением азота почвы.

В химическом составе детрита озимой пшеницы за период от посева до уборки в зернопаропропашном севообороте в пахотном слое почвы отмечено достоверное уменьшение количества азота и увеличение углерода на 8%.

При посеве озимой пшеницы в сидеральном севообороте содержание азота увеличивалось в 2,4 раза на фоне вспашки и в 2,2 раза на фоне безотвального рыхления по сравнению с соответствующими вариантами контроля. Содержание углерода уменьшалось соответственно до 26 и 23. Узкое соотношение C : N (от 18 до 19) свидетельствует о быстрых темпах разложения с выделением азота почвы.

В бинарном посеве озимой пшеницы с люцерной синей 3-го года жизни в зерно-травянопропашном севообороте содержание азота увеличивалось до 1,63% на фоне вспашки и до 1,65% – на фоне безотвального рыхления, содержание углерода уменьшалось соответственно до 25% на фонах отвального и безотвального рыхления. Поступающие растительные остатки люцерны разлагались, обогащали детрит пахотного слоя почвы азотом, снижали соотношение C : N до 15, что свидетельствует о способности детрита на этом варианте к быстрой минерализации и лучшему обеспечению растений озимой пшеницы азотом, влияющим на их рост и развитие.

За годы исследований в пахотном слое почвы под ячменем в зернопаропропашном севообороте на фоне вспашки и безотвального рыхления содержание азота и углерода составляло соответственно 0,80 и 30%, поэтому соотношение C : N было достаточно широким – 39, что указывает на медленные темпы разложения с поглощением азота почвы на этих вариантах опыта.

При посеве ячменя в сидеральном севообороте на фоне вспашки и безотвального рыхления почвы количество азота в детрите увеличивалось в 2,0 раза по сравнению с соответствующими вариантами контроля. Содержание углерода снижалось на фоне вспашки и безотвального рыхления до 26%. Узкое соотношение C : N (18) свидетельствует о быстрых темпах разложения с выделением азота почвы.

Увеличение содержания азота в составе детрита до 1,42–1,45% отмечено при посеве ячменя в зернотравянопропашном севообороте на фоне вспашки и безотвального рыхления, что в 1,71 раз выше, чем на контроле. Содержание углерода уменьшалось соответственно до 33 и 35%. Узкое соотношение C : N (20–21) свидетельствует о быстрых темпах разложения с выделением азота почвы.

За годы исследований в пахотном слое почвы под одновидовым посевом подсолнечника в зернопаропропашном севообороте количество азота на фоне вспашки составляло 0,72% и на фоне безотвального рыхления – 0,65%, а содержание углерода – соответственно 26 и 24%. Широкое соотношение C : N (35) свидетельствует о медленных темпах разложения с поглощением азота почвы.

В бинарном посеве подсолнечника с донником содержание азота в детрите увеличивалось на фоне вспашки до 1,62%, а на фоне безотвального рыхления почвы – до 1,53%. Количество углерода на фоне вспашки и безотвального рыхления оставалось на уровне контроля. Узкое соотношение C : N (18–19) свидетельствует о быстрых темпах разложения с выделением азота почвы.

При посеве подсолнечника в бинарном посеве с люцерной синей содержание азота в детрите увеличивалось на фоне вспашки до 1,78%, а на фоне безотвального рыхления почвы – до 1,76%. Содержание углерода на фоне вспашки и безотвального рыхления составляло 27–29%. Узкое соотношение C : N (16–17) свидетельствует о быстрых темпах разложения с выделением азота почвы.

Узкое соотношение C : N связано, по нашему мнению, с тем, что поступающие растительные остатки донника и люцерны 1-го года жизни быстро разлагались, обогащая азотом почву и детрит под подсолнечником.

Результаты исследований по определению содержания азота в детрите в целом по севооборотам показали, что его количество в зернопаропропашном севообороте на фоне вспашки и безотвального рыхления почвы составило 0,69–0,70% при соотношении углерода к азоту до 39.

В сидеральном севообороте его количество по сравнению с зернопаропропашным повышалось в 2,2 раза на фоне вспашки и в 2,17 раза – на фоне безотвального рыхления при соотношении С : N до 18.

В зернотравянопропашном севообороте содержание азота в детрите увеличивалось до 1,66%, что превышало показатели сидерального и зернопаропропашного севооборотов соответственно в 1,09 и 2,37 раза на фоне вспашки и плоскорезного рыхления, при соотношении С : N соответственно 18, 18 и 39.

Результаты проведенных исследований согласуются с выводами многих ученых [3, 6, 11, 12].

Показателем влияния приемов биологизации и обработки почвы служит урожайность возделываемых культур севооборотов. Проведенные исследования показали, что продуктивность контрольного (зернопаропропашного) севооборота составляла 3,37 т/га к.е. на фоне вспашки, а при безотвальном рыхлении была на 8,0% ниже.

По сравнению с контролем в сидеральном севообороте этот показатель повышался на фоне вспашки на 13,6%, а при безотвальном рыхлении – на 3,8%, в зернотравянопропашном на этих же фонах – соответственно на 23,0 и 15,7%.

Коэффициент энергетической эффективности зернотравянопропашного севооборота без учета плодородия почвы составлял 5,7 на фоне вспашки и 6,0 на фоне безотвального рыхления, но при учете затрат на восстановление плодородия до уровня бездефицитного баланса гумуса возрастал на этих фонах соответственно до 6,8 и 7,0, что свидетельствует о высокой энергетической эффективности данного севооборота. На остальных вариантах опыта она была ниже.

Выводы

1. В зернопаропропашной севооборот (контроль) на фоне вспашки поступало 5,2 т/га растительных остатков, а на фоне безотвального рыхления – 5,1 т/га. В сидеральном севообороте их масса увеличивалась на фоне вспашки на 46% и при безотвальном рыхлении – на 42%, а в зернотравянопропашном севообороте – соответственно на 77 и 83%.

2. В зернопаропропашном севообороте при ежегодном поступлении в пахотный слой почвы растительных остатков разложилось 30% всей биомассы. В сидеральном и зернотравянопропашном севооборотах темпы разложения массы растительных остатков увеличились соответственно на 12 и 16%.

3. Смешанные (бинарные) посевы подсолнечника и озимой пшеницы с люцерной синей, замена чистого пара на сидеральный и занятый повышали содержание детрита в пахотном слое почвы под культурами севооборотов на 20–39%.

4. Содержание азота в составе детрита в пахотном слое почвы под культурами севооборотов зависело от комплекса приемов повышения плодородия и варьировало от 1,52 до 1,66%, а на контроле оно составило 0,69%.

Соотношение углерода к азоту в составе детрита зернопаропропашного севооборота составляло 39, что свидетельствует о медленных темпах минерализации. В севооборотах с бинарными посевами это соотношение варьировало от 17 до 18, что указывает на способность этой фракции к быстрой минерализации.

5. По сравнению с зернопаропропашным (контроль) продуктивность зернотравянопропашного севооборота повышалась на фоне вспашки на 13,6 и при безотвальном рыхлении – на 3,8%, а сидерального – соответственно на 23 и 15,7%.

6. Коэффициент энергетической эффективности зернотравянопропашного севооборота без учета плодородия почвы составлял 5,7 на фоне вспашки и 6,0 – на фоне безотвального рыхления. При учете затрат на восстановление плодородия почвы до уровня бездефицитного баланса гумуса этот коэффициент возрастал до 6,8 на фоне

вспашки и до 7,0 – на фоне безотвального рыхления, что свидетельствует о высокой энергетической эффективности данного севооборота. На остальных вариантах опыта она была ниже.

Библиографический список

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – Москва : Изд-во Московского ун-та, 1970. – 487 с.
2. Биологизация земледелия в основных сельскохозяйственных регионах России / В.А. Семейкин, Н.И. Картамышев, В.Ф. Мальцев, А.В. Дедов и др., под ред. Н.И. Картамышева. – Москва : КолосС, 2012. – 471 с.
3. Ганжара Н.Ф. Рекомендации по контролю и оптимизации режима органического вещества в пахотных почвах / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, А.В. Шевченко. – Москва : ТСХА, 1987. – 10 с.
4. Дедов А.В. Биологизация земледелия ЦЧР / А.В. Дедов, Н.А. Драчев. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2010. – 171 с.
5. Дедов А.А. Плодородие чернозема типичного и урожайность культур севооборотов при различных способах обработки почвы и приемах биологизации в лесостепи ЦЧР : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / А.А. Дедов. – Воронеж, 2016. – 26 с.
6. Зезюков Н.И. Научные основы воспроизводства плодородия черноземов ЦЧЗ / Н.И. Зезюков : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / Н.И. Зезюков. – Воронеж, 1993. – 36 с.
7. Кирюшин В.И. О Белгородской модели модернизации сельского хозяйства и биологизации земледелия / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2013. – № 1. – С. 3–6.
8. Лактионов Н.И. Рекомендации по контролю за гумусовым состоянием в пахотных черноземах / Н.И. Лактионов // Научные труды Харьковского СХИ. – 1981. – 23 с.
9. Несмеянова М.А. Плодородие чернозема типичного и урожайность подсолнечника при различных приемах биологизации и обработки почвы в лесостепи ЦЧР : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / М.А. Несмеянова. – Воронеж, 2014. – 23 с.
10. Станков Н.З. Корневая система полевых культур / Н.З. Станков. – Москва : Колос, 1964. – 280 с.
11. Сотников Б.А. Влияние приемов биологизации на динамику лабильных форм органического вещества и урожайность культур : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Б.А. Сотников. – Воронеж, 2004. – 18 с.
12. Тарабрина Г.Г. Влияние комплекса приемов биологизации на показатели плодородия чернозема выщелоченного и урожайность культур севооборота : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Г.Г. Тарабрина. – Воронеж, 2005. – 19 с.
13. Чекмарев П.А. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 12–14.
14. Шарков И.Н. Концепция воспроизводства гумуса в почвах / И.Н. Шарков // Агрохимия. – 2011. – № 12. – С. 21–27.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александр Анатольевич Дедов – кандидат сельскохозяйственных наук, агроном ОАО «Аврора», Российская Федерация, Липецкая область, e-mail: dedov050@mail.ru.

Анатолий Владимирович Дедов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой земледелия и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-76-93 (1229), e-mail: dedov050@mail.ru.

Марина Анатольевна Несмеянова – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры земледелия и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-76-93 (1229), e-mail: marina-nesmeyanova2012@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.01.2018

Дата принятия к печати 14.02.2018

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Aleksandr A. Dedov – Candidate of Agricultural Sciences, Agronomist, OAO Avrora, Russian Federation, Lipetsk Oblast, e-mail: dedov050@mail.ru.

Anatoliy V. Dedov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Arable Farming and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-76-93 (1229), e-mail: dedov050@mail.ru.

Marina A. Nesmeyanova – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer, the Dept. of Arable Farming and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-76-93 (1229), e-mail: marina-nesmeyanova2012@yandex.ru.

Received January 16, 2018

Accepted February 14, 2018