

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.45:631.153.3:651.95

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_2_12

EDN: DDHGHF

**Влияние приемов биологизации и основной обработки
на накопление и химический состав растительных
остатков в пахотном слое почвы при выращивании
сахарной свеклы в условиях лесостепи ЦЧР**

Анатолий Владимирович Дедов^{1✉}, Геннадий Михайлович Крюков²

^{1,2} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ dedov050@mail.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты исследований, проведенных в 2022–2024 гг. в многофакторном стационарном опыте в условиях лесостепи ЦЧР с целью определения эффективности приемов биологизации и основной обработки почвы. Установлено достоверное увеличение биомассы растительных остатков в пахотном слое почвы в севооборотах с занятым и сидеральным парами при использовании приемов биологизации и отвальной обработки соответственно на 1,2–5,6 и 2,1–5,6 т/га по сравнению с контролем. При чизельной обработке отмечено снижение биомассы растительных остатков на фоне занятого и сидерального паров соответственно на 1,1–4,5 и 0,5–2,6 т/га, а при дисковой обработке – на 0,5–3,1 и 0,2–2,5 т/га. Растительные остатки по-разному распределялись в пахотном слое почвы: при отвальной обработке в слоях 0–10, 10–20 и 20–30 см их количество составляло соответственно 31–36%, 31–37% и 31–36%; при чизельной – 38–40%, 33–36% и 25–27%; при дисковой – 36–40%, 34–38% и 25–27%. По значениям соотношения углерода к азоту (С : N) растительные остатки культур севооборота располагались в следующей убывающей последовательности: солома озимой пшеницы, солома ячменя, зеленая масса горчицы сарептской, ботва сахарной свеклы. Смешивание соломы ячменя и озимой пшеницы с горчицей сарептской снижало соотношение С : N соответственно до 55 и 71. В связи с тем что сахарную свеклу выращивали в севообороте, к дате ее посева в пахотный слой почвы поступали растительные остатки предшествующих культур, что оказывало влияние на химический состав. На удобренном фоне всех вариантов основной обработки соотношение С : N варьировало от 132 до 135, на удобренном фоне после отвальной обработки оно изменялось от 84 до 108, после чизельной – от 106 до 129 и после дисковой – от 115 до 133.

Ключевые слова: сахарная свекла, растительные остатки, химический состав биомассы, отвальная обработка, чизелевание, дискование

Для цитирования: Дедов А.В., Крюков Г.М. Влияние приемов биологизации и основной обработки на накопление и химический состав растительных остатков в пахотном слое почвы при выращивании сахарной свеклы в условиях лесостепи ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 12–22. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_12–22.

4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Influence of biologization practices and basic soil treatment
on the accumulation and chemical composition of plant
residues in the surface soil at sugar beet cultivating in the
forest-steppe conditions of the Central Chernozem Region**

Anatoliy V. Dedov^{1✉}, Gennadiy M. Kryukov

^{1,2} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ dedov050@mail.ru[✉]

Abstract. The authors present the results of studies conducted in 2022-2024 in a multifactorial stationary experiment in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region in order to determine the effectiveness of biologization practices and basic soil treatment. There was a significant increase in the biomass

of plant residues in the surface soil layer in crop rotations with sown and green-manured fallows using biologization techniques and mouldboard plowing by 1.2-5.6 and 2.1-5.6 t/ha, respectively, compared with the control. During chiseling, a decrease in the biomass of plant residues was noted against the background of sown and green-manured fallows, respectively, by 1.1-4.5 and 0.5-2.6 t/ha, and during disk ploughing – by 0.5-3.1 and 0.2-2.5 t/ha. Plant residues were distributed differently in the surface soil layer: at mouldboard plowing in 0-10, 10-20 and 20-30 cm soil layers, their amount was 31-36%, 31-37% and 31-36%, respectively; at chiseling it was 38-40%, 33-36% and 25-27%; at disk ploughing it was 36-40%, 34-38% and 25-27%. According to the values of the carbon-nitrogen ratio (C : N), plant residues of crops in crop rotation were located in the following decreasing sequence: winter wheat straw, barley straw, green mass of Chinese mustard, sugar beet topping. Mixing barley straw and winter wheat with Chinese mustard reduced the C : N ratio to 55 and 71, respectively. Due to the fact that sugar beet was grown in crop rotation, by the date of its sowing, plant residues of preceeding crops accumulated in the surface soil layer, thus influencing its chemical composition. On the non-fertilized background of all variants of basic soil treatment, the C : N ratio varied from 132 to 135, on the fertilized background after mouldboard plowing it varied from 84 to 108, after chiseling – from 106 to 129 and after disk ploughing – from 115 to 133.

Keywords: sugar beet, plant residues, chemical composition of biomass, mouldboard plowing, soil chiseling, disk ploughing

For citation: Dedov A.V., Kryukov G.M. Influence of biologization practices and basic soil treatment on the accumulation and chemical composition of plant residues in the surface soil at sugar beet cultivating in the forest-steppe conditions of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):12-22. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_12-22.

Введение

Одной из задач современного сельского хозяйства является сохранение бездефицитного баланса гумуса. Чтобы не допустить деградации черноземов, необходимо использовать приемы биологизации (оставление нетоварной части урожая, использование сидерации в основных и промежуточных посевах) как в чистом виде, так и на фоне внесения минеральных удобрений [4–9, 11, 12, 14, 17, 18]. В большей степени это касается севооборотов, насыщенных пропашными культурами в связи с разнообразием применяемых под сахарную свеклу способов основной обработки почвы. Недостаточная изученность вопроса повышения плодородия почвы за счет использования приемов биологизации, минеральных удобрений и способов основной обработки почвы в условиях Воронежской области оставляет его дискуссионным.

Исследования по выявлению комплексного влияния приемов биологизации, способов основной обработки почвы и системы удобрений на плодородие почвы и урожайность сахарной свеклы проводили в многофакторном стационарном опыте кафедры земледелия Воронежского ГАУ – «Определение оптимального сочетания биологических, экологических и техногенных приемов повышения плодородия черноземных почв» (лесостепь ЦЧР).

Закладка опыта и обработка экспериментальных данных осуществлялись по методике Б.А. Доспехова [3]. Размещение вариантов в опыте рендомизированное, повторность трехкратная. Севообороты представлены всеми полями в пространстве и во времени. Площадь опытной делянки – 440 м², учетной – 120 м². Возделывание сахарной свеклы осуществлялось в севооборотах: пар (занятый, сидеральный) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень по рекомендованной для лесостепной зоны Воронежской области технологии [16].

В данной статье приведены результаты сравнительного изучения влияния трех следующих факторов на содержание, распределение растительных остатков в пахотном слое почвы и их химический состав.

Фактор А – способ обработки почвы:

1. Отвальная обработка (вспашка) на глубину 25–27 см (контроль).
2. Чизельная обработка на глубину 25–27 см.
3. Дисковая обработка на глубину 12–14 см.

Фактор В – севооборот:

1. Занятый пар (ЗП) – озимая пшеница (ОП) – сахарная свекла (СС) – ячмень (Я).
2. Сидеральный пар (СП) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень.

Фактор С – система удобрений:

1. Занятый пар (ЗП – контроль).
2. ЗП + (NPK)₅₀ + пожнивной сидерат (Ск) + солома озимой пшеницы (Соп).
3. ЗП + (NPK)₁₀₀ + Ск + Соп.
4. ЗП + (NPK)₁₅₀ + Ск + Соп.
5. ЗП + (NPK)₂₀₀ + Ск + Соп.
6. Сидеральный пар (СП).
7. СП + (NPK)₅₀ + Ск + Соп.
8. СП + (NPK)₁₀₀ + Ск + Соп.
9. СП + (NPK)₁₅₀ + Ск + Соп.
10. СП + (NPK)₂₀₀ + Ск + Соп.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднесиловый, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 4,0–4,4%. Гидролитическая кислотность – 4 мг-экв/100 г почвы, насыщенность основаниями 85%, pH 5,8–6,3, содержание подвижного фосфора (по Чирикову) и обменного калия (по Масловой) соответственно 6,8–13,0 и 16–28 мг/100 г абсолютно сухой почвы.

Образцы для определения массы корневых остатков отбирали по Н.З. Станкову [10] буром через 10 см до глубины 30 см в 3-кратной повторности. Выделение корневых остатков из почвы проводили методом декантации в воде, сливая всплывшие корни (и другие органические остатки) через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. После отмывки растительные остатки высушивали до абсолютно сухого состояния и взвешивали.

Содержание в растительных остатках углерода определяли по Анстету, общего азота – по методу К.Е. Гинзбург [2].

Наиболее важные результаты определений и анализов обрабатывали методом дисперсионного анализа [3].

По величине гидротермического коэффициента годы проведения исследований были различными. Так, 2022 и 2024 гг. были недостаточно увлажненными (ГТК = 1,3–1,0), 2023 г. – влажным (ГТК = 1,6–1,3) [1, 13].

Результаты и их обсуждение

Формирование в почве бездефицитного баланса гумуса в севооборотах с сахарной свеклой во многом определяется количеством и качеством растительных остатков предшествующих выращиваемых сельскохозяйственных культур, что в условиях проведенных опытов зависело от изучаемых способов основной обработки почвы и приемов биологизации (рис. 1).

Исследованиями установлено, что меньшее количество растительных остатков было в пахотном слое почвы при выращивании сахарной свеклы в зернопропашном севообороте на неудобренном фоне (занятый пар – вариант 1) при применении отвальной обработки – 2,6 т/га (контроль). При замене занятого пара на сидеральный отмечено увеличение этого показателя до 4,9 т/га.

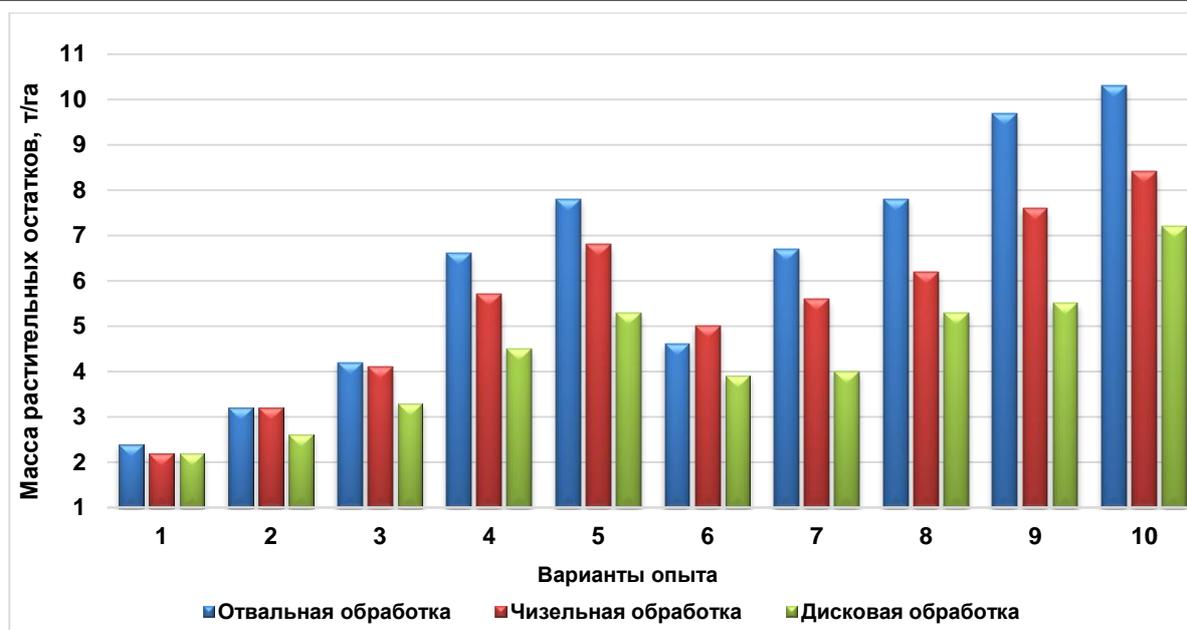


Рис. 1. Масса растительных остатков в пахотном слое почвы под сахарной свеклой при длительном использовании приемов биологизации и различных способов основной обработки почвы в изученных севооборотах, 2022–2024 гг., т/га

При совместном использовании соломы, пожнивного сидерата и минеральных удобрений в дозе $(NPK)_{50}$ (вариант 2) в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров накапливалось 3,3 и 7,0 т/га растительных остатков.

Увеличение на этом фоне дозы внесения минеральных удобрений до $(NPK)_{100}$ (вариант 3) способствовало накоплению в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров 4,4 и 8,0 т/га растительных остатков.

При повышении дозы минеральных удобрений до $(NPK)_{150}$ под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне внесения соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 4) отмечено повышение биомассы растительных остатков в пахотном слое почвы – соответственно 6,9 и 10,1 т/га.

Внесение под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами $(NPK)_{200}$ минеральных удобрений на фоне соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 5) способствовало накоплению в пахотном слое почвы соответственно 8,1 и 10,5 т/га растительных остатков.

При замене отвальной обработки на чизельную в пахотном слое почвы под сахарной свеклой в зернопропашном севообороте на неудобренном контроле (занятый пар – вариант 1) накапливалось 2,3 т/га растительных остатков, а в сидеральном – 5,5 т/га.

При совместном использовании соломы, пожнивного сидерата и минеральных удобрений в дозе $(NPK)_{50}$ (вариант 2) отмечены самые низкие значения накопления растительных остатков: соответственно 3,4 и 6,0 т/га на фоне занятого и сидерального паров.

Увеличение дозы внесения минеральных удобрений до $(NPK)_{100}$ (вариант 3) способствовало накоплению в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров 4,4 и 6,4 т/га растительных остатков.

При повышении дозы минеральных удобрений до $(NPK)_{150}$ под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне внесения соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 4) отмечено повышение биомассы растительных остатков в пахотном слое почвы – соответственно 5,7 и 6,4 т/га.

При повышении дозы минеральных удобрений до (NPK)₂₀₀ под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 5) отмечены следующие значения накопления растительных остатков – соответственно 6,8 и 8,1 т/га.

При замене отвальной обработки на дисковую в пахотном слое почвы под сахарной свеклой в зернопропашном севообороте на неудобренном контроле (занятый пар – вариант 1) накапливалось 2,1 т/га растительных остатков, а в сидеральном – 4,2 т/га.

При совместном использовании соломы, пожнивного сидерата и минеральных удобрений в дозе (NPK)₅₀ (вариант 2) в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров накапливалось 2,6 и 4,4 т/га растительных остатков.

Увеличение на этом фоне дозы внесения минеральных удобрений до (NPK)₁₀₀ (вариант 3) способствовало накоплению в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров 3,4 и 5,5 т/га растительных остатков.

При повышении дозы минеральных удобрений до (NPK)₁₅₀ под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне внесения соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 4) отмечено повышение биомассы растительных остатков в пахотном слое почвы – соответственно 4,7 и 5,8 т/га.

При повышении дозы минеральных удобрений до (NPK)₂₀₀ под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 5) отмечены следующие значения накопления растительных остатков – соответственно 5,2 и 6,7 т/га.

Таким образом, использование приемов биологизации и отвальной обработки на глубину 25–27 см на фоне внесения в различных дозах минеральных удобрений повышало массу растительных остатков в севооборотах с сахарной свеклой по сравнению с контролем в занятом пару на 1,2–5,6 т/га, сидеральном – на 2,1–5,6 т/га.

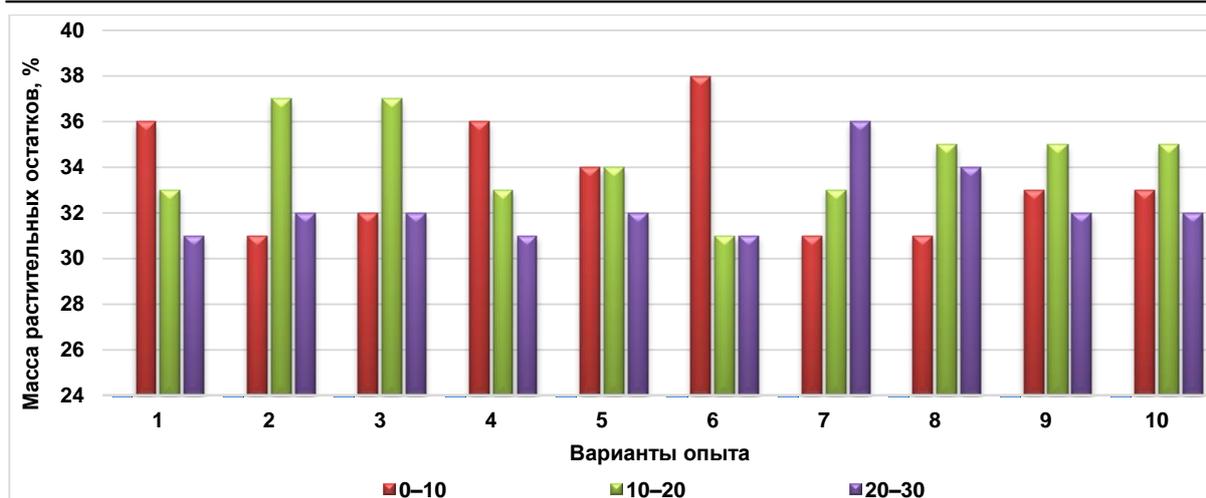
При замене отвальной обработки на чизельную и дисковую отмечено снижение биомассы растительных остатков на фоне занятого пара соответственно на 1,1–4,5 и 0,5–3,1 т/га, сидерального – на 0,5–2,6 и 0,2–2,5 т/га.

Кроме изучения зависимости накопления растительных остатков в почве под сахарной свеклой от приемов биологизации и способов основной обработки, определенный интерес вызывал и такой аспект, как распределение растительных остатков в пахотном слое почвы [15].

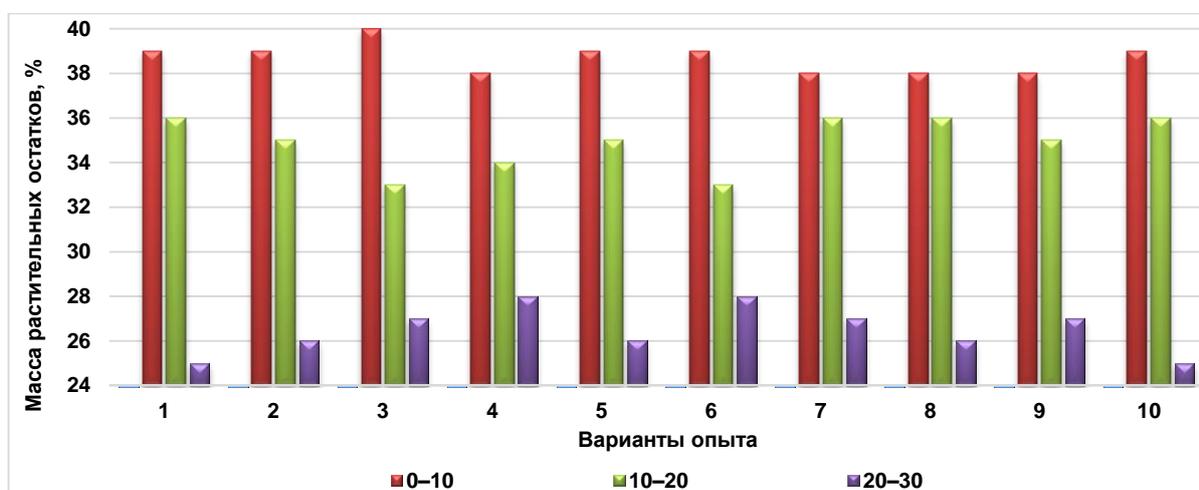
Исследования показали, что растительные остатки по-разному распределялись в пахотном слое почвы:

- при отвальной обработке в слоях 0–10, 10–20 и 20–30 см их количество составляло соответственно 31–36%, 31–37% и 31–36%;
- при чизельной – 38–40%, 33–36% и 25–27%;
- при дисковой – 36–40%, 34–38% и 25–27% (рис. 2).

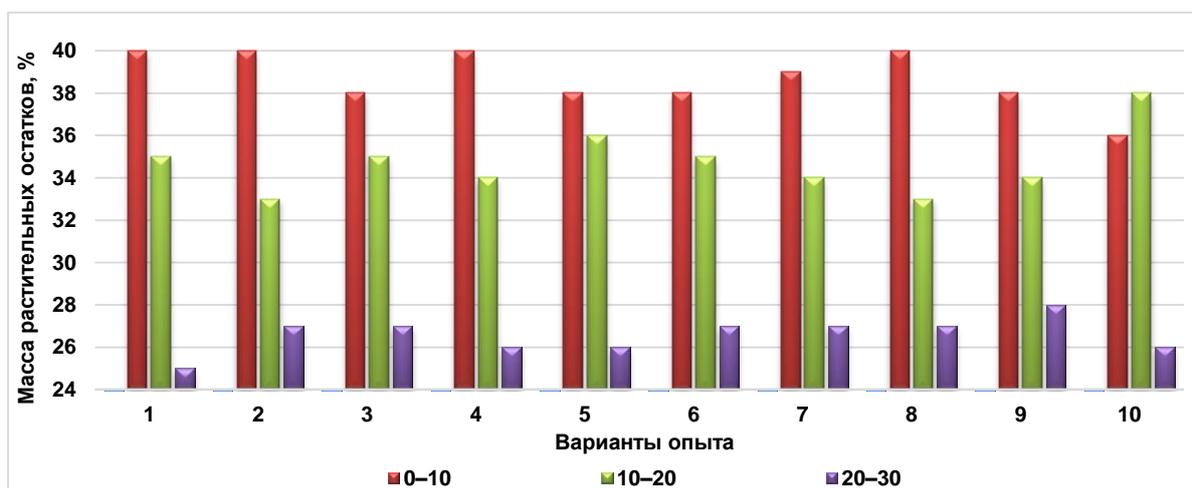
На основе полученных данных можно сделать вывод, что различные способы основной обработки на фоне внесения минеральных удобрений в различных дозах оказывали влияние на распределение массы растительных остатков в почве при выращивании сахарной свеклы в севооборотах: при отвальной обработке они равномерно распределялись по всему пахотному слою, а при чизельной и дисковой обработках их было больше в слоях 0–10 и 10–20 см.



а



б



в

Рис. 2. Содержание растительных остатков (%) по слоям почвы в 2022–2024 гг. под сахарной свеклой на фоне различных приемов биологизации и способов основной обработки: а – отвальная; б – чизельная; в – дисковая

Проведенные исследования показали (табл. 1), что растительные остатки в чистом виде и их смеси различались между собой по содержанию углерода, азота, фосфора, калия, а также соотношению углерода и азота (C : N).

Таблица 1. Содержание углерода, азота, фосфора, калия (%), соотношение углерода к азоту в растительных остатках, среднее за 2022–2024 гг.

Вид остатков (культура, смесь культур)	Химический состав растительных остатков культур севооборота, %				Соотношение С : N
	С	N	P	K	
1. Солома ячменя (Ся)	48	0,55	0,27	1,10	87
2. Горчица сарептская (ГСп)	35	0,81	0,22	1,20	43
3. Солома озимой пшеницы (Соз)	46	0,49	0,15	0,99	94
4. Ботва сахарной свеклы	30	1,22	0,48	2,94	25
5. Ся + ГСп	40	0,73	0,25	1,05	55
6. Соз + ГСп	42	0,59	0,23	1,10	71
НСР ₀₅	2,1	0,12	0,02	0,05	–

Растительные остатки культур по содержанию углерода можно расположить в следующем убывающем порядке: солома ячменя, солома озимой пшеницы, горчица сарептская, ботва сахарной свеклы.

При добавлении к соломе ячменя и озимой пшеницы зеленой массы горчицы сарептской содержание углерода снижается соответственно на 8 и 4%.

Больше всего азота содержали остатки ботвы сахарной свеклы и горчицы сарептской. В биомассе зерновых культур и их смесей азота было от 0,49 до 0,73%.

По содержанию фосфора остатки культур севооборота (за исключением соломы озимой пшеницы, ботвы сахарной свеклы, где содержание этого элемента доходило до 0,15 и 0,48%) практически не отличались.

Растительные остатки культур по содержанию калия можно расположить в следующем убывающем порядке:

- ботва сахарной свеклы;
- горчица сарептская;
- солома ячменя;
- солома озимой пшеницы.

Многие ученые для оценки скорости разложения растительных остатков используют такие показатели, как содержание в них углерода и азота, а также их соотношение (С : N). Установлено, что скорость разложения растительных остатков достигает своего максимума при соотношении С : N ниже 25.

Проведенные исследования показали, что растительные остатки культур севооборотов различаются по соотношению углерода и азота. В остатках ботвы сахарной свеклы С : N составляло 25. Благодаря такому узкому соотношению эти остатки способны к быстрой минерализации. На остальных вариантах опыта данное соотношение варьировало от 43 до 87, поэтому эти остатки медленно разлагались. Ускоренные темпы разложения отмечены на вариантах использования смесей соломы озимой пшеницы и соломы ячменя с горчицей сарептской при соотношениях С : N, равных соответственно 71 и 55.

Таким образом, по соотношению С : N, а следовательно и по большей скорости разложения, остатки культур можно расположить в следующем убывающем порядке: солома озимой пшеницы, солома ячменя, зеленая масса горчицы сарептской, ботва сахарной свеклы. При смешивании соломы ячменя и озимой пшеницы с горчицей сарептской отмечено уменьшение величины соотношения С : N.

При ежегодном поступлении в пахотный слой почвы при выращивании сахарной свеклы растительных остатков от приемов биологизации важно знать их химический состав, который влияет на скорость их разложения (табл. 2).

Таблица 2. Содержание углерода (С), азота (N), фосфора (Р), калия (К) и соотношение С : N в растительных остатках в почве под сахарной свеклой в зависимости от способов основной обработки, удобрений, слоя почвы, %

Варианты опыта (В)	Углерод, %			Азот, %			Фосфор, %			Калий, %			С : N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Занятый пар (ЗП) – контроль	42,4	42,2	42,3	0,32	0,32	0,31	0,16	0,16	0,16	0,86	0,86	0,86	133	132	135
2. ЗП + (NPK) ₅₀ + Ск + Соп	43,2	42,9	42,7	0,32	0,31	0,31	0,15	0,15	0,15	0,86	0,86	0,86	135	138	138
3. ЗП + (NPK) ₁₀₀ + Ск + Соп	43,8	43,5	43,2	0,43	0,34	0,32	0,18	0,17	0,17	0,90	0,87	0,87	102	128	133
4. ЗП+(NPK) ₁₅₀ + Ск + Соп	46,2	45,7	44,1	0,49	0,43	0,34	0,19	0,18	0,18	0,92	0,88	0,88	94	106	130
5. ЗП + (NPK) ₂₀₀ + Ск + Соп	47,1	46,8	45,5	0,56	0,43	0,37	0,20	0,19	0,19	0,93	0,91	0,91	84	109	123
6. Сидеральный пар (СП)	44,1	43,9	43,2	0,41	0,34	0,33	0,17	0,17	0,17	0,88	0,87	0,87	108	129	131
7. СП + (NPK) ₅₀ + Ск + Соп	46,2	44,7	43,4	0,43	0,35	0,34	0,17	0,17	0,17	0,92	0,92	0,92	107	128	128
8. СП + (NPK) ₁₀₀ + Ск + Соп	47,4	45,9	44,9	0,53	0,43	0,39	0,18	0,17	0,17	0,93	0,92	0,92	89	107	115
9. СП + (NPK) ₁₅₀ + Ск + Соп	49,1	48,4	45,0	0,56	0,41	0,36	0,20	0,19	0,19	0,93	0,90	0,90	88	118	126
10. СП + (NPK) ₂₀₀ + Ск + Соп	49,9	49,0	48,2	0,56	0,44	0,41	0,22	0,20	0,20	0,94	0,91	0,91	89	111	117
НСР ₀₅	1,41			0,03			0,02			0,04			–		

Примечание: 1, 2 и 3 – способы основной обработки: соответственно отвальная, чизельная, дисковая.

Исследования показали, что содержание углерода на фоне отвальной обработки варьировало от 42,4 до 49,9%, чизельной – от 42,2 до 49,0%, дисковой – от 42,3 до 48,2%.

Содержание азота на фоне отвальной обработки варьировало от 0,32 до 0,56%, чизельной – от 0,31 до 0,44%, дисковой – от 0,31 до 0,41%.

Содержание азота на фоне отвальной обработки варьировало от 0,32 до 0,56%, чизельной – от 0,31 до 0,44%, дисковой – от 0,31 до 0,41%. Отмеченные изменения можно объяснить увеличением темпов деструкции остатков культур севооборотов за счет поступления остатков многолетних бобовых трав, обогащенных азотом.

Соотношение углерода и азота на неудобренных вариантах всех способов основной обработки варьировало от 132 до 135. На удобренных вариантах отвальной обработки оно изменялось от 84 до 108, чизельной – от 106 до 129, дисковой – от 115 до 133.

Таким образом, за счет увеличения содержания азота на удобренных вариантах отвальной вспашки соотношение С : N было уже, что увеличивало темпы разложения растительных остатков в пахотном слое почвы под сахарной свеклой.

По содержанию фосфора и калия различия по обработкам были в пределах ошибки опыта.

Заключение

Приемы биологизации и отвальная обработка на глубину 25–27 см повышали биомассу растительных остатков в пахотном слое почвы под сахарной свеклой по сравнению с контролем – в севообороте с занятым паром на 1,2–5,6 т/га, с сидеральным – на 2,1–5,6 т/га.

На варианте применения чизельной обработки на глубину 25–27 см отмечено снижение накопления растительных остатков на фоне занятого пара на 1,1–4,5 т/га, сидерального – на 0,5–2,6 т/га, а при дисковой обработке на глубину 12–14 см – соответственно на 0,5–3,1 т/га и на 0,2–2,5 т/га.

Растительные остатки по-разному распределялись в пахотном слое почвы:

- при отвальной обработке в слоях 0–10, 10–20 и 20–30 см их количество составляло соответственно 31–36%, 31–37% и 31–36%;
- при чизельной – 38–40%, 33–36% и 25–27%; при дисковой – 36–40%, 34–38% и 25–27%.

По значениям соотношения углерода и азота (С: N) растительные остатки культур севооборота располагались в следующей убывающей последовательности:

- солома озимой пшеницы;
- солома ячменя;
- зеленая масса горчицы сарептской;
- ботва сахарной свеклы.

Смешивание соломы ячменя и озимой пшеницы с горчицей сарептской снижало соотношение С : N соответственно до 55 и 71. На неудобренном фоне всех вариантов основной обработки соотношение С : N варьировало от 132 до 135, на удобренном фоне варианта отвальной обработки оно изменялось от 84 до 108, чизельной – от 106 до 129, дисковой – от 115 до 133.

В связи с тем, что сахарную свеклу выращивали в севообороте, к дате ее посева в пахотный слой почвы поступали растительные остатки предшествующих культур, поэтому отмечены изменения химического состава. Содержание азота на фоне вспашки варьировало от 0,32 до 0,56%, чизельной обработки – от 0,31 до 0,44%, при дисковании – от 0,31 до 0,41%.

Отмеченные изменения можно объяснить увеличением темпов деструкции остатков культур севооборотов за счет поступления остатков многолетних бобовых трав, обогащенных азотом.

Список источников

1. Агrometeorологические бюллетени по Воронежской области за 2011–2020 годы [Электронный ресурс] // Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/activity/gidrometeo/> (дата обращения: 28.05.2024).
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва: Издательство Московского гос. университета, 1962. 491 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Лукин С.В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почв и продуктивность агроценозов (на примере Белгородской области) // Земледелие. 2021. № 1. С. 11–15. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10103.
5. Минакова О.А. Оценка динамики урожайности культур и продуктивности зерносвекловичного севооборота при краткосрочном и длительном использовании удобрений в ЦЧР // Сахарная свекла. 2023. № 6. С. 19–22. DOI: 10.25802/SB.2023.57.21.005.
6. Минакова О.А., Александрова Л.В., Подвигина Т.Н. Плодородие выщелоченного чернозема как результат 85-летнего применения удобрений в зерносвекловичном севообороте в условиях ЦЧР // Агрохимия. 2023. № 9. С. 14–21. DOI: 10.31857/S0002188123080070.
7. Пилипенко Н.Г. Влияние длительного применения элементов биологизации на основные показатели плодородия почвы и продуктивность севооборота на малогумусном малокарбонатном черноземе Забайкалья // Агрохимия. 2022. № 2. С. 3–12. DOI: 10.31857/S0002188122020120.
8. Придворев Н.И. Научные основы оптимизации содержания органического вещества в черноземе выщелоченном: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01. Воронеж, 2002. 42 с.
9. Семькин В.А., Картамышев Н.И., Дедов А.В. и др. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России: учебное пособие для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям. Москва: КолосС, 2012. 471 с.
10. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. Москва: Колос, 1964. 280 с.
11. Сорокина И.Б., Кулижский С.П., Пасько О.А. и др. Влияние длительного применения соломы и сидератов на серой лесной почве на продуктивность агроценозов // Агрохимия. 2023. № 9. С. 22–27. DOI: 10.31857/S0002188123090119.
12. Смольский Е.В., Сеченков А.А., Нечаев М.М. Значение почвенно-климатических условий и удобрений в формировании урожая сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2023. № 7. С. 19–22. DOI: 10.25802/SB.2023.11.43.003.
13. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1967. 333 с.
14. Шелганов И.И., Доманов Н.М., Соловиченко В.Д. и др. Длительные стационарные опыты в решении проблем повышения плодородия почв и продуктивности земледелия // Земледелие. 2009. № 7. С. 16–18.
15. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. и др. Сахарная свекла: монография. Минск: ФУАинформ, 2000. 258 с.
16. Hatfield J., Walthall C. Soil Biological Fertility: Foundation for the Next Revolution in Agriculture? // Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2015. Vol. 46(6). Pp. 753–762.
17. Nesmeyanova M.A., Korzhov S.I., Dedov A.V. et al. Biological activity of soil and rates of decomposition of plant residues // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences & Technologies. 2020. Vol. 11(14). Article no. 1114.
18. Nesmeyanova M.A., Trofimova T.A., Dedov A.V. Role of allelopathic activity of plants in the regulation of infestation of agrophytocenoses // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming (Voronezh, October 17–18, 2019). Voronezh: Institute of Physics Publishing, 2020. Article no. 012023.

References

1. Agrometeorological Bulletins for Voronezh Oblast for 2011-2020. Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Branch of the Central Chernozem Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/activity/gidrometeo/>. (In Russ.).
 2. Arinushkina E.V. Manual on chemical analysis of soils. Moscow: Moscow State University Publishers; 1962. 491 p. (In Russ.).
-
-

3. Dospekhov B.A. Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): study guide. 5th edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
4. Lukin S.V. Influence of agriculture biologization on soil fertility and productivity of agrocenoses (Belgorod experience). *Zemledelie*. 2021;1:11-15. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10103. (In Russ.).
5. Minakova O.A. Assessment of crop yield dynamics and productivity of grain-beet crop rotation with short-term and long-term use of fertilizers in the Central Chernozem Region. *Sugar Beet*. 2023;6:19-22. DOI: 10.25802/SB.2023.57.21.005. (In Russ.).
6. Minakova O.A., Aleksandrova L.V., Podvigina T.N. Fertility of leached chernozem as a result of 85-year application of fertilizers in grain-beet crop rotation under conditions of the Central Chernozem Region. *Agrohimiya*. 2023;9:14-21. DOI: 10.31857/S0002188123080070. (In Russ.).
7. Pilipenko N.G. The effect of long-term use of biologization on the main indicators of soil fertility and crop rotation productivity of thin humus low-carbonate chernozem of Transbaikalia. *Agrohimiya*. 2022;2:3-12. DOI: 10.31857/S0002188122020120. (In Russ.).
8. Pridvoren N.I. Scientific foundation of optimization of the content of organic matter in leached chernozem: Abstract of the Doctoral Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.01. Voronezh; 2002. 42 p. (In Russ.).
9. Semykin V.A., Kartamyshev N.I., Dedov A.V. et al. Biologization of agriculture in the main agricultural regions of Russia: textbook for students of higher agricultural educational institutions studying in agronomic specialties. Moscow: KolosS Publishers; 2012. 471 p. (In Russ.).
10. Stankov N.Z. The root system of field crops. Moscow: Kolos Publishers; 1964. 280 p. (In Russ.).
11. Sorokina I.B., Kulizhskiy S.P., Pasko O.A. et al. Effect of long-term use of straw and green manure cropping on gray forest soil on the productivity of agrocenoses. *Agrohimiya*. 2023;9:22-27. DOI: 10.31857/S0002188123090119. (In Russ.).
12. Smolsky E.V., Sechenkov A.A., Nechaev M.M. Importance of soil and climatic conditions and fertilizers in the formation of sugar beet harvest. *Sugar Beet*. 2023;7:19-22. DOI: 10.25802/SB.2023.11.43.003. (In Russ.).
13. Shashko D.I. Agro-climatic zoning of the USSR. Leningrad: Hydrometeorological Publishing House; 1967. 333 p. (In Russ.).
14. Shelganov I.I., Domanov N.M., Solovichenko V.D. et al. Long-term experiments for solution of soil fertility and agriculture productivity increase. *Zemledelie*. 2009;7:16-18. (In Russ.).
15. Shpaar D., Draeger D., Zakharenko A. et al. Sugar beet: monograph. Minsk: FUAinform Publishers; 2000. 258 p. (In Russ.).
16. Hatfield J., Walthall C. Soil Biological Fertility: Foundation for the Next Revolution in Agriculture? *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2015;46(6):753–762.
17. Nesmeyanova M.A., Korzhov S.I., Dedov A.V. et al. Biological activity of soil and rates of decomposition of plant residues. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences & Technologies*. 2020;11(14):1114.
18. Nesmeyanova M.A., Trofimova T.A., Dedov A.V. Role of allelopathic activity of plants in the regulation of infestation of agrophytocenoses. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming (Voronezh, October 17–18, 2019). Voronezh: Institute of Physics Publishing; 2020:012023.

Информация об авторах

А.В. Дедов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», dedov050@mail.ru.

Г.М. Крюков – аспирант кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», gena.kryukov.1998@bk.ru.

Information about the authors

A.V. Dedov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, dedov050@mail.ru.

G.M. Kryukov, Postgraduate Student, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, gena.kryukov.1998@bk.ru.

Статья поступила в редакцию 20.03.2024; одобрена после рецензирования 26.04.2024; принята к публикации 28.04.2024.

The article was submitted 20.03.2024; approved after reviewing 26.04.2024; accepted for publication 28.04.2024.

© Дедов А.В., Крюков Г.М., 2024