

РОЛЬ ПОЖНИВНО-КОРНЕВЫХ ОСТАТКОВ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

*В.И. Турусов, ак. РАН, О.А. Богатых, к.с.-х.н., Н.В. Дронова, к.с.-х.н., Е.А. Балюнова,
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы
им. В.В. Докучаева*

*397463 пос. 2 участка Института им. Докучаева, квартал 5, дом 81,
Таловский р-н, Воронежская обл., Россия E-mail: niish1c@mail.ru*

При планировании современных систем земледелия остается актуальным вопрос сохранения и воспроизводства почвенного плодородия. В связи с этим на базе ФГБНУ НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева изучали различные приемы повышения плодородия почвы. Показаны влияние научно обоснованных севооборотов с использованием приемов биологизации на поступление и накопление биомассы сидеральными культурами, количество растительных остатков озимой пшеницы в различных севооборотах и возврат элементов питания в почву. Установлено, что величина накопления пожнивно-корневых масс озимой пшеницы находится в прямой зависимости от величины ее урожайности (коэффициент корреляции $r = 0.84 \pm 0.2$). Выявлено, что наибольшее поступление пожнивно-корневых остатков озимой пшеницы было в севооборотах после эспарцета различного пользования (8,8–10,1 т/га) и черного пара (9,0 т/га).

Ключевые слова: плодородие, биологизация, севооборот, гумус, пожнивно-корневые остатки.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.03

Основной проблемой современного земледелия является воспроизводство плодородия почвы, при этом большое значение принадлежит возврату в почву элементов питания, отчуждаемых с урожаем. При интенсивном использовании пашни, на фоне резкого снижения применения органических и минеральных удобрений, повсеместно происходит снижение уровня почвенного плодородия и, как следствие, уменьшение продуктивности культур [3].

Для решения проблемы сохранения плодородия почвы необходимо детальное изучение приемов биологизации земледелия. При этом первостепенное значение приобретает разработка научно обоснованных мероприятий по сохранению гумуса в черноземах Центрально-Черноземного региона, где, несмотря на высокую природную обеспеченность почв элементами минерального питания, регулирование показателей эффективного плодородия является одной из основных форм повышения продуктивности полевых культур.

В этой связи существенно возрастает роль севооборота как фактора воспроизводства органического вещества почвы, являющегося важнейшим компонентом ее плодородия. Существенное значение имеют: общий объем выращенной биомассы растений, количество отчуждаемой ее части с урожаем, количество и качество растительных остатков, поступающих в почву, скорость их микробиологической трансформации и величина возврата макроэлементов. При этом растительные остатки бобовых культур, попадая в почву, являются одним из основных источников питания и энергии для микроорганизмов. Биохимические показатели почвенного плодородия наиболее чувствительны к изменению агроэкологических условий и достаточно объективно отражают интенсивность и направленность происходящих в почве процессов. Выяснение этих процессов в современных условиях важно для всех видов севооборотов, особенно с включением многолетних бобовых трав, обладающих высоким биомелиоративным эффектом [1].

В настоящее время не существует хорошо разработанной системы биологического земледелия. Помочь в

этом могут научно обоснованные севообороты с использованием приемов биологизации [2-5].

Эти обстоятельства, с учетом ландшафтно-экологической зональности региона и имеющихся научных разработок, побуждают к изучению севооборотов с различными видами паров (чистый, сидеральный, занятый), долей насыщения бобовыми культурами, включая многолетние травы, и введению в севообороты нетрадиционных бобовых культур (нут, чина, вика, люпин) в качестве предшественников озимой пшеницы, к использованию промежуточных посевов.

Методика. Исследования проводили в многолетнем стационарном опыте лаборатории эколого-ландшафтных севооборотов ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева» в 2014-2019 гг.

Исследовали следующие виды паров и предшественники озимой пшеницы в 7-польных севооборотах: в зернопаропропашном севообороте – по черному пару, в зернопаропропашном севообороте – по сидеральному горчиному пару, в зернопаропропашном севообороте – по занятому гороховому пару, в зернопаропропашном севообороте – по эспарцету на сидерат, в зернопаропропашном севообороте – по нуту, в зерноотравнопропашном севообороте – по сое; в зерноотравнопропашном севообороте – по эспарцету на сено, в зернопаропропашном севообороте – с бинарным посевом (озимая пшеница + озимая вика). Опыт закладывали в 3-кратной повторности.

Размещение делянок систематическое. Длина посевной делянки 30 м, ширина 5,6 м, площадь 168 м². Возделывание сельскохозяйственных культур в опыте осуществлялось по общепринятым технологиям. Исследования проводили согласно общепринятым методикам.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, со следующей агрохимической характеристикой 0-40 см слоя перед закладкой опыта: содержание гумуса – 6,61%, общего азота – 0,33, фосфора – 0,21, калия – 1,80%, сумма поглощенных оснований – 57,0 мг-экв/100 г почвы, pH 6,58.

Результаты и их обсуждение. В целом за годы исследований общее количество азота, фосфора и калия за счет заделки растительной массы сидеральных культур составило 143,4 кг/га по эспарцету и 95,6 кг/га по горчице. По поступлению и накоплению биомассы сидеральных культур в почву и влиянию на ее плодородие резко выделяются многолетние бобовые травы, что объясняется более продолжительным вегетационным периодом, чем у однолетних культур. Сидеральные пары пополняют почву нитратным азотом, способствуют лучшему обеспечению почвы подвижным фосфором и обменным калием (табл.1).

1. Поступление растительной массы и элементов минерального питания в почву с сидеральной культурой (2014-2019 гг.)

Культура	Урожайность зеленой массы, т/га	Поступление в почву, кг/га				Расчетное количество навоза (по азоту), т/га
		Азот	Фосфор	Калий	Всего	
Без удобрений						
Эспарцет	27,1	48,5	6,1	28,9	83,5	9,7
Рапс	11,4	15,4	2,4	17,2	35,0	3,1
На фоне N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀						
Эспарцет	32,6	60,7	7,4	34,4	102,5	12,1
Рапс	12,4	16,9	2,8	20,0	39,7	3,4

Эспарцет в качестве сидеральной культуры обеспечивает высокий урожай биомассы – в среднем 27,1 т/га вместе с корневыми остатками. При заделке его биомассы в почву поступает 48,5 кг/га азота, 6,1 фосфора и 28,9 кг/га калия в действующем веществе. Крестоцветная культура в качестве сидерата уступала эспарцету как по урожайности зеленой массы, так и по количеству питательных веществ в органической массе.

Применение минеральных удобрений (N₆₀P₆₀K₆₀) способствовало увеличению урожайности зеленой массы сидератов и лучшему обеспечению почвы макроэлементами. Если без применения минеральных удобрений замена чистого пара на сидеральный обеспечивала поступление в почву, в пересчете на навоз, от 3,1 до 9,7 т/га органического вещества, то на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ этот показатель возрастал с 3,4 до 12,1 т/га. Таким образом, по поступлению и накоплению биомассы сидеральных культур в почву и влиянию на ее плодородие в большей мере можно выделить эспарцет на сидерат.

Растительные остатки и органические удобрения – главные источники накопления в почве органического вещества. Более ранними исследованиями установлено, что в прямой зависимости от поступления в почву растительной массы и интенсивности ее разложения находятся валовые запасы гумуса и азота. Большой удельный вес озимой пшеницы в структуре посевных площадей вызывает необходимость более точного учета ее остаточной биомассы в зависимости от севооборота и предшественника.

Установлено, что наибольшее поступление органического вещества пожнивно-корневых остатков озимой пшеницы в 0-40 см слое почвы происходит в севооборотах с эспарцетом различного вида пользования в качестве предшествующей культуры (8,8-10,1 т/га), а также после черного пара (табл.2).

Следует отметить, что величина накопления пожнивно-корневой массы озимой пшеницы находится в прямой зависимости от величины ее урожайности (коэффициент корреляции $r=0,84\pm 0,2$). Чем больше уро-

жайность озимой пшеницы, тем больше в почве накапливается растительных остатков.

2. Количество растительных остатков озимой пшеницы в зависимости от различных предшественников в слое почвы 0-40 см (2014-2019 гг.)

Предшественник	Корневые остатки, т/га	Пожнивные остатки, т/га	Всего	Урожайность, т/га	Гумус, %
Черный пар	5,48	3,5	9,0	4,53	6,18
Рапс	4,86				
Горох	5,13	3,4	8,3	4,15	7,13
Эспарцет на сидерат	6,59	3,5	10,1	4,65	6,70
Эспарцет на сено	5,35	3,4	8,8	4,43	6,43
Нут	3,96	2,1	6,1	3,55	7,03
Соя	5,29	2,2	7,5	3,75	6,41
Горох – оз. пшеница + оз.вика	6,42	2,2	8,6	3,72	6,82
НСП ₀₅	0,25			0,59	0,62

Немного меньше поступление органического вещества растительных остатков озимой пшеницы было в бинарном посеве, хотя урожайность здесь была минимальной. Такое количество растительных остатков при низкой урожайности можно объяснить наличием оставшейся здесь вегетативной массы озимой вики. Среди зернобобовых предшественников горох и соя оказали более благоприятное воздействие и на урожайность озимой пшеницы и на накопление ее растительных остатков в почве по сравнению с нутом. Наиболее эффективными чередованиями в озимом звене являются эспарцет на сидерат и эспарцет на сено, где урожайность озимой пшеницы находится на уровне черного пара. Однако урожайность озимой пшеницы зависит не только от предшествующей культуры, но и от других немаловажных факторов.

Содержание гумуса в пахотном слое черноземных почв – важный интегральный показатель. Результаты исследований свидетельствуют о том, что полученные данные по содержанию гумуса свойственны чернозему обыкновенному. Горох и эспарцет в севооборотах выступают в роли регулирующих культур в накоплении растительных остатков с высоким содержанием углерода, тем самым ослабляя риск почвоутомления, а также способствуют пополнению запасов гумуса. Исследования показали, что по содержанию гумуса прослеживается тенденция к наибольшему его увеличению в посевах озимой пшеницы по сидеральным парам и в бинарном посеве (по сравнению с черным паром).

Следует отметить, что разница по содержанию гумуса в изучаемых вариантах на данном этапе исследований находится в пределах ошибки опыта и может быть вызвана пестротой почвенного плодородия.

Наряду с количеством растительных остатков, особое значение имеют их химический состав и скорость разложения в почве. Озимая пшеница в изучаемых севооборотах оставляет в почве растительные остатки, различающиеся не только по массе, но и по качественному составу в зависимости от предшественника. В результате лабораторных данных биохимической оценки остаточной биомассы озимой пшеницы (% на сухое вещество) было рассчитано количество возвращаемых в почву элементов питания в различных севооборотах (табл.3).

3. Количество возвращаемых элементов питания при возделывании озимой пшеницы в различных севооборотах, кг/га на сухое вещество

Вид севооборота	Предшественник	С пожнивными остатками			С корневыми остатками			Всего		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зернопаропропашной	Черный пар	15	3	8	29	7	18	44	10	30
	Горчица	19	3	9	27	8	21	46	11	35
	Горох	18	3	6	23	10	20	41	13	23
	Эспарцет на сидерат	19	2	7	33	10	22	52	12	31
Зернотравянопропашной	Эспарцет на сено	19	3	6	30	11	27	49	14	29
Зернопропашной	Нут	15	2	5	21	6	16	36	8	20
	Соя	16	1	6	24	8	20	40	9	18
Зернопаропропашной	Горох – оз. пшеница + оз.вика	18	3	5	23	9	18	41	12	21
На удобренном фоне N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ : зернопропашной	Горох	25	3	8	18	10	24	43	13	24
	Нут	21	4	8	14	8	16	37	12	23
зернопаропропашной	Соя	20	3	7	24	11	25	44	14	26

Наибольшее количество азота с растительными остатками озимой пшеницы возвращается в почву в зене с эспарцетом на сидерат и сено. Замечено, что азота с надземной массой возвращается в почву больше, чем с корневыми остатками, а фосфора и калия, наоборот, меньше. Такая же закономерность прослеживается по всем предшественникам.

Далее по возврату элементов питания среди предшественников озимой пшеницы можно выделить горчицу, а также черный пар и бинарный посев по содержанию азота. Не менее эффективно включение в севооборот бобовых культур-азотфиксаторов, которое способствовало увеличению количества возвращаемых элементов питания в почву с остаточной биомассой озимой пшеницы и снижало отрицательную направленность в круговороте макроэлементов. Однако в зернопаропропашном и зернопропашном севооборотах с предшественниками нут и соя отмечается наибольший дефицит в круговороте биогенных веществ, где наблюдается наименьшее поступление питательных веществ с растительными остатками: азота – 36-40 кг/га, фосфора – 8-9, калия – 18-20 кг/га. Применение рекомендованной дозы минеральных удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ в этих звеньях позволило увеличить содержание данных показателей по количеству возвращаемых элементов питания в почву: азота от 2,7 до 7%, фосфора до 50 и калия от 4 до 24%.

Если учесть, что в 1 т полуперепревшего навоза содержится 5 кг азота, 2,5 фосфора и 6 кг калия, то с пожнивно-корневыми остатками озимой пшеницы в бинарном посеве в почве остается количество азота, содержащееся в 8,2 т навоза.

Можно заключить, что у озимой пшеницы, идущей по эспарцету, накапливается больше макроэлементов и более благоприятное их соотношение для течения микробиологических процессов по сравнению с раститель-

ными остатками озимой пшеницы, идущей по другим предшественникам.

Выводы. Растения играют ведущую роль в процессе почвообразования, так как служат источником органического вещества, поступающего в почву в виде корневых и пожнивных остатков. Так, после эспарцета в почве накапливается в 1,4-1,7 раза больше пожливной и корневой органической массы озимой пшеницы, чем после однолетних бобовых культур. Причем величина накопления пожливно-корневой массы озимой пшеницы находится в прямой зависимости от величины ее урожайности (коэффициент корреляции $r = 0,84 \pm 0,2$). Значимость этих результатов заключается в том, что в настоящее время, когда ощущается большая нехватка навоза, эспарцет на сидерат и остаточная биомасса озимой пшеницы после многолетних бобовых трав может расцениваться как самое дешевое органическое удобрение, создающее непосредственно на месте внесения.

Литература

1. Дедов А.А. Динамика разложения растительных остатков в черноземе типичном и продуктивность культур севооборота / А.А. Дедов, А.В. Дедов, М.А. Несмеянова // *Агрохимия*. – 2016. – № 6. – С. 3–8.
2. Дедов А.В. Бинарные посевы в ЦЧР / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Т.Г. Кузнецова. – Воронеж: ВГАУ, 2015. – 140 с.
3. Оптимизация структуры посевов и севооборотов в экологическом земледелии Воронежской области (Рекомендации) / Коллектив авторов. – Воронеж: Истоки, 2008. – 30 с.
4. Семькин В.А. Биологизация земледелия в основных сельскохозяйственных регионах России (монография) / В.А. Семькин, Н.И. Картамышев, В.Ф. Мальцев, О.В. Мельникова и др. – М.: КолосС, 2009. – 550 с.
5. Турусов В.И. Влияние предшественников озимой пшеницы на количество и качество пожнивно-корневых остатков и биологическую активность почвы / В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова, Е.А. Балюнова // *Вестник Мичуринского ГАУ*. – 2019. – № 2. – С. 6–9.

ROLE OF CROP-ROOT RESIDUES IN THE RESTORATION OF SOIL FERTILITY

*V.I. Turusov, Director, Academician of RAS, Doctor of Agricultural Sciences; O.A. Bogatykh, Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences; N.V. Dronova, Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences; E.A. Balunova, Researcher
Scientific Research Institute of Agriculture Central Black Earth Zone named after V.V. Dokuchaev
397463, settlement 2 of Institute named after V.V. Dokuchaev, block 5, building 81, Talovsky District, Voronezh Region,
E-mail: niish@mail.ru*

Current issue of conservation and reproduction of soil fertility is planning modern farming systems. To reach this aim, the various soil conservations techniques were involved in research that was conducted in FGBNU SRAI Central Black Earth Zone named after V.V. Dokuchaev. In the article was shown effect of scientifically based crop rotation with biologization techniques on the sideral crops biomass intake and accumulation, the amount of winter wheat plant residues in various crop rotations and return of nutritional elements into soil. It was established that the amount of crop-root mass accumulation of winter wheat is directly dependent on the amount of winter wheat yield (correlation coefficient $r = 0.84 \pm 0.2$). It was revealed that the greatest admission of crop-root residues of winter wheat was in crop rotations after sainfoin of various types of usage (8.8–10.1 t/ha) and bare fallow (9.0 t/ha).

Key words: fertility, biologization, crop rotation, humus, crop-root residues.