

2.Крончев Н.И., Пырова С.А. // Использование биопрепарата экстрасола в технологии возделывания яровой пшеницы. - Вестник УГСХА, - Ульяновск, 2002.

3.Никитин С.Н. Эффективность применения биопрепаратов и минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур// Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы аграрной науки», Ульяновск, 2008.

4.Никитин С.Н., Галиакберов А.Г. // Эффективность биологических препаратов при возделывании яровой пшеницы. – Научные труды Ульяновского НИИСХ, Ульяновск 2010. Т. 19. -С.214-227.

5.Применение биопрепаратов и микроэлементов при подготовке семян сельскохозяйственных культур к посеву. – Научно-практическое руководство по проведению весенне-полевых работ в Ульяновской области на 2010 г. Ульяновск 2010. –С.35-42.

6. Кондрат С.В. Продуктивность и качество зерна полбы при инокуляции семян ассоциативными штаммами ризобактерий // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: «Естественные науки». М., 2006. С. 125-127.

7.Чеботарь В.К., Завалин А.А., Кипрушкина Е.И. Эффективность применения биопрепарата экстрасол.// Российский научный институт агрохимии, Москва, 2007.- 271с.

УДК 631.58+631.411.4

*80-летию со дня рождения
доктора с.-х. наук, профессора
В. И. Морозова посвящается*

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СЕВООБОРОТОВ ПО ВЛИЯНИЮ НА РЕЖИМ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ

Куликова Алевтина Христофоровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»

432063, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1. Тел. 8(8422) 55-95-68, email:agroec@yandex.ru

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, севооборот, баланс гумуса, биогенные ресурсы.

Установлено, что в зависимости от накопления массы биогенных ресурсов в виде пожнивно-корневых остатков и соломы и их биохимического состава происходит дифференциация севооборотов по влиянию на режим органического вещества в черноземе выщелоченном. Наиболее благоприятный режим органического вещества создается в почве зернотравяного севооборота с горохом и выводным полем люцерны.

Работа выполнена в 1988–1995 гг. под научным руководством профессора В. И. Морозова, за что автор приносит ему глубокую благодарность. В полном виде результаты исследований публикуются впервые.

Введение

Влияние агроэкосистем на плодородие определяется прежде всего размерами и качеством поступающего в почву органического вещества, которые варьируют в широких пределах в зависимости от культуры, климатических и почвенных условий, техно-

логий возделывания.

Растительные остатки, поступающие в почву, подвергаются сложным процессам разложения, их минерализации и гумификации. Интенсивность и характер гумификации зависят от комплекса факторов, важнейшими из которых являются масса растительных остатков и их химический состав, гидротермические условия, биологическая активность, свойства минеральной части почвы [1; 2; 3; 4].

Для качественной оценки влияния поступающих в почву растительных остатков на режим органического вещества крайне важно установить нормативы этих процессов, так как прямое определение массы новообразований гумуса в конкретных экологических условиях методически затруднено. При этом, если известно отношение C:N в гумусовых веществах определенного типа почв, доминирующих в данном регионе, определение объема минерализованного гумуса вполне допустимо по выносу азота биомассой культур. Более сложна оценка количества растительных остатков и органических удобрений, трансформирующихся в гумусовые вещества, т.е. оценка коэффициентов гумификации. Литературные сведения показывают значительный разброс данных изогумусовых коэффициентов: от 0 (полная минерализация) до 50% и более. В связи с этим А.Д. Фокин (1993) считает, что более перспективна оценка баланса не гумуса, а углерода в агроэкосистеме, который определяется простым соотношением: баланс C равен суммарной биопродуктивности по углероду минус отчуждение биомассы из агроэкосистемы. Все показатели баланса могут быть определены экспериментально или рассчитаны.

В связи с вышеизложенным целью наших исследований, проведенных на базе экспериментальных севооборотов, заложенных и освоенных в 1975 году на опытном поле агрономического факультета под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного деятеля науки и техники Ульяновской области, Почетного работника высшего профессионального образования РФ Владимира Ива-

новича Морозова, явилось изучение режима органического вещества в черноземе выщелоченном в зависимости от чередования культур в севооборотных ротациях.

Условия и методы исследований.

Исследования проводились в следующих севооборотах: зернопаровой (пар чистый – озимая рожь – яровая пшеница – овес); зерновой (горох – озимая рожь – яровая пшеница – овес); зернотравяной (горох – озимая рожь – викоовсяная смесь – люцерна (выводное поле) – яровая пшеница); зернопропашной (горох – озимая рожь – яровая пшеница – кукуруза – овес), а также бессменные посевы гороха, озимой ржи, яровой пшеницы, ячменя, овса и кукурузы.

До 1981 года все культуры в экспериментальных севооборотах возделывались на регулируемом фоне минерального питания с расчетом получения планируемых урожаев. С 1981 года в опыте стали применять навоз из расчета 8–10 т/га севооборотной площади, а с 1986 года – измельченную солому. Возделывание культур на разных фонах: расчетных доз минеральных удобрений, минеральных удобрений и навоза, совместного внесения органических, минеральных удобрений и соломы – при строгом учете пожнивно-корневых остатков (ПКО) и прямые определения содержания гумуса при этом позволили установить коэффициенты гумификации ПКО, навоза и соломы в условиях лесостепи Поволжья. Последние соответственно по углероду составляют 0,2; 0,25 и 0,3 [5]. Даже если установленные нами нормативы относительны, они дают возможность оценить основные потоки органического вещества в данной ситуации с тем, чтобы разработать рациональные приемы оптимизации гумусного состояния почвы.

Полевые опыты проводились на черноземе выщелоченном среднесуглинистом с исходным содержанием гумуса 5,95%, общего азота 0,34%, подвижных соединений фосфора и калия (по Чирикову) соответственно 143 и 190 мг/кг почвы, pH_{KCl} 6,4.

Закладку и проведение опытов осуществляли согласно методике, предложен-

Таблица 1

Расход гумуса (по углероду) в севооборотах за 1988–1995 гг.

Севооборот	Культуры и пар	Накоплено азота в фитомассе, кг/га	Источники азота, кг/га				Минерализуется гумуса, кг/га
			Минеральные удобрения	Навоз	Растительные остатки	Почва	
зерно-паровой	Пар чистый	-	-	-	-	-	2500
	Озимая рожь	174	27	50	27	70	840
	Яровая пшеница	143	27	30	24	62	740
	Овес	137	27	20	24	66	790
зерно-вой	Горох	134	0	50	25	10	120
	Озимая рожь	166	27	30	26	83	996
	Яровая пшеница	151	27	20	26	78	936
	Овес	145	27	0	26	92	1104
зерно-травяной	Горох	151	0	0	27	59	708
	Озимая рожь	167	36	0	26	105	1260
	Вика+овес	122	36	0	15	46	552
	Люцерна	458	0	0	100	-	-
	Яровая пшеница	154	36	0	26	92	1058
зерно-пропашной	Горох	149	0	50	26	13	156
	Озимая рожь	161	27	30	25	79	948
	Яровая пшеница	150	27	20	26	77	920
	Кукуруза	181	32	0	19	130	2080
	Овес	137	27	0	24	86	1032

ной Всесоюзным Координационным советом по севооборотам.

Посевная площадь делянок 280 м², учетная 200 м², повторность 3-х кратная. Анализы почвенных и растительных образцов проводили по общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение. В табли-

цах 1 и 2 представлены объемы минерализации гумуса и его новообразования в севооборотах в среднем за 1988–1995 гг. При этом объемы минерализованного гумуса определяли с учетом соотношения углерода и азота в гумусовых веществах почвы севооборотов. При определении структуры источников азота коэффициенты его использования из минеральных удобрений, пожнив-

Таблица 2

Новообразования гумуса в севооборотах за 1988–1995 гг.

Севооборот	Культуры и пар	Источники новообразования гумуса						
		навоз		пожнивно-корневые остатки		солома		всего
		кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	
зерно-паровой	Пар чистый	900	100	-	-	-	-	900
	Озимая рожь	540	34,8	363	23,4	649	41,8	1552
	Яровая пшеница	360	33,7	239	22,3	470	44,0	1069
	Овес	-	-	234	30,6	531	69,4	765
зерно-вой	Горох	900	68,8	117	8,9	292	22,3	1309
	Озимая рожь	540	35,8	346	23,0	620	41,2	1506
	Яровая пшеница	360	32,5	252	22,7	496	44,8	1108
	Овес	-	-	247	30,6	561	69,4	808

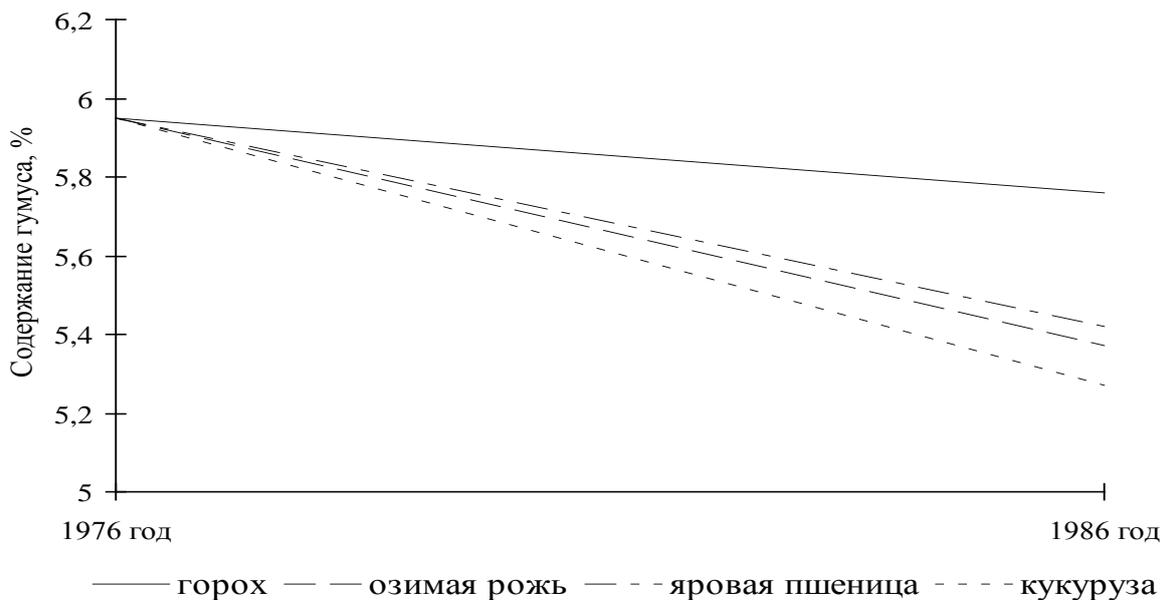


Рис. 1- Изменение содержания гумуса под бессменными культурами за 1976–1986 гг. (0–20 см)

но-корневых остатков и соломы принимали 0,4, навоза 0,5, что вполне можно считать доказанным [6]. Массу новообразованного гумуса определяли с использованием нормативов, приведенных выше.

Расчеты показывают, что, несмотря на внесение навоза 8–10 т/га севооборотной площади и оставление соломы, а также применение полных доз минеральных удобрений на планируемую урожайность, наблюдался значительный расход почвенного азота, а следовательно, и гумуса на формирование урожайности культур.

Доля почвенного азота при возделывании озимой ржи составляла от 40,2 до 62,9%, яровой пшеницы от 43,3 до 59,7%, овса от 48,2 до 63,4%, кукурузы – 71,8% от выноса. В то же время при возделывании бобовых культур в среднем она не превышала 20%. Соответственно меньше расходовалось и гумуса: минерализация под этими культурами от 1,5 до 7 раз была ниже, чем под зерновыми и составляла 120–156 кг/га в севооборотах с внесением навоза и до 708 кг/га без внесения его с использованием в качестве органических удобрений только соломы.

Вопрос о роли бобовых культур в восполнении запасов гумуса в почве достаточно спорный. По мнению одних авторов [7;

8], однолетние бобовые и злаково-бобовые смеси из-за быстрой минерализации надземной и корневой массы могут рассматриваться главным образом как источник питательных веществ и мало способствуют накоплению гумуса. По мнению М. И. Сидорова (1987) и других [10; 11], горох и другие бобовые культуры, обеспечивая микробиоценозу азотом и улучшая общую биогенность почвы, способствуют сохранению гумуса.

В связи с этим значительный интерес представляет динамика содержания гумуса под бессменными культурами (рис. 1).

Наибольшие потери общего углерода и азота наблюдались под кукурузой и составили за 11 лет 9,87 т/га в слое 0–20 см, или 0,90 т/га ежегодно. Зерновые колосовые обусловили примерно одинаковую убыль органического вещества почвы: от 0,59 (яровая пшеница) до 0,74 т/га (овес) общего углерода в слое 0–20 см ежегодно. В то же время результаты наших исследований показали, что если в слое 0–20 см под горохом и происходят потери общего углерода (0,21 т/га в год), то в слое 0–40 см наблюдается ежегодная его прибыль в количестве 0,28 т/га. Следовательно, в поддержании количества общего углерода и азота в почве на бездефицитном уровне заметную

Баланс гумуса в севооборотах за 1987–1995 гг., кг/га

Показатели	Севообороты			
	зерно-паровой	зерновой	зерно-травяной	зернопаш-ной
Вынос азота	114	149	210	156
Источники азота:				
минеральные удобрения	20	20	21	23
навоз	25	25	0	20
растительные остатки	19	26	39	24
почва	50	65	60	77
азотфиксация бобовыми	–	13	90	12
Минерализуется гумуса:	1218	789	716	1027
Новообразования гумуса:				
из навоза	450	450	–	360
из пожнивно-корневых остатков	209	241	427	271
из соломы	413	492	289	390
всего	1072	1183	716	1021
Баланс гумуса	-146	394	0	-6

роль может играть соотношение бобовых и не бобовых культур в севооборотах. Приведенные данные прямых определений содержания гумуса под культурами близки к расчетным с использованием нормативов, полученных нами, что подтверждает возможность использования их с достаточной достоверностью для оценки гумусного состояния черноземов лесостепи Поволжья, в том числе вклада каждой культуры в новообразование гумуса.

Данные таблицы 3 показывают, что вклад источников органического вещества в новообразование гумуса различен. С пожнивно-корневыми остатками зерновых культур восполняется от 22,3 до 35,8% расхода гумуса в зависимости от видов севооборотов. Масса новообразованных из пожнивно-корневых остатков люцерны гумусовых веществ превосходит зерновые культуры от 3,2 до 4,8 раз. Меньше всего образуется гумуса под кукурузой – 388 кг/га.

Значителен вклад соломы в новообразование гумуса. Доля соломы в структуре энергетического материала для компенсации потерь гумуса под озимой рожью составляет от 40,7 до 64,2, под яровой пшеницей – от 44,0 до 66,4%. Внесение навоза по-

зволяет обеспечить положительный баланс гумуса под этими культурами. Под горохом в этих условиях он составляет более одной тонны на одном гектаре. Положительный баланс гумуса (1135 кг/га) создавался под люцерной, где в качестве энергетического материала в почву поступают только пожнивно-корневые остатки.

Исследования показали, что биогенные ресурсы, их количественный и качественный состав оказывают прямое влияние на гумусное состояние почвы в севооборотах, происходит дифференциация их по влиянию на режим органического вещества и в целом на плодородие почвы.

Несмотря на внесение навоза (10 т/га) и соломы зерновых культур (4 т/га), в зернопаровом севообороте масса растительных остатков, поступающих в почву, не обеспечивает компенсацию расхода гумуса на формирование урожаев культур.

При этом за счет пожнивно-корневых остатков восполняется 209 кг/га, или 17,1% от его минерализации в почве; за счет соломы 413 кг, или 33,9%; а некомпенсированные потери составляют 12%. Следовательно, внесение навоза в паровое поле с расчетом на весь севооборот (в нашем случае 40 т) не

Таблица 4

Влияние севооборотов на баланс гумуса (по углероду) в черноземе выщелоченном за 1976–1991 гг. (в слое почвы 0–40 см)

Севооборот	Баланс гумуса (\pm), кг/га					
	1976–1981 гг.		1981–1986 гг.		1986–1991 гг.	
	фактиче-ски	расчет-ный	фактиче-ски	расчет-ный	фактиче-ски	расчет-ный
Зернопаровой	-1874	-1816	-882	-870	-157	-143
Зерновой	-1352	-1327	-415	-318	+259	+242
Зернопропашной	-1612	-1596	-725	-698	-104	-127
Зернопаропропашной	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	-52	-37

решает проблему компенсации потерь гумуса на чистых парах.

В зернопропашном севообороте использование соломы (4 т/га) в качестве органического удобрения обеспечивало восполнение гумуса в количестве 390 кг/га, или 38% от его минерализации. За счет пожнивно-корневых остатков компенсировалось 271 кг/га гумуса, или 26,4%. В дополнение к указанным источникам внесение навоза 8 т/га севооборотной площади способствовало образованию 360 кг/га гумуса и обеспечивало почти бездефицитный баланс.

В зерновом севообороте с горохом наблюдался положительный баланс гумуса и бездефицитный – в зернотравяном с горохом и люцерной. Как указывалось выше, в последнем севообороте навоз не применялся и в качестве органических удобрений использовалась только солома зерновых культур на двух полях (3 т/га). При этом доля пожнивно-корневых остатков люцерны в общем балансе новообразований гумуса составляла 32%, тогда как доля растительных остатков зерновых культур (пожнивно-корневые остатки и солома) в среднем не превышала 20%. Аналогичные результаты получены рядом авторов. По сообщению Н. А. Старовойтова и др. (1983), включение в схему чередования 8-польного севооборота двух полей многолетних трав обеспечивало бездефицитный баланс гумуса без применения органических удобрений при любых способах обработки почвы. По данным В. Ф. Зубенко и Л. А. Барштейн (1996), насыщение севооборотов на 30–40% бобовыми культурами и травосмесями в основных и проме-

жуточных посевах на органоминеральном фоне обеспечивало устойчивость отношения углерода к азоту, увеличение пептидной составляющей гуминовых кислот, то есть азота в органической, экологически сбалансированной форме. При этом ведущая роль принадлежала люцерне. Без многолетних трав применение навоза из расчета 9 тонн на 1 гектар севооборотной площади только замедлял потери гумуса [14].

Следовательно, в плане совершенствования севооборотов многолетние бобовые травы являются мощным резервом регулирования режима органического вещества и воспроизводства биогенных ресурсов плодородия почвы.

Следует отметить, что, несмотря на условность расчетного метода и недостаточную изученность всех параметров приходной и расходной статей гумусового баланса в условиях Поволжского региона, сопоставление полученных расчетных данных и прямых определений содержания и запасов гумуса в черноземе выщелоченном в наших опытах показало их близкую сходимость (табл. 4).

Последнее показывает, что полученные нами нормативы (уравнения регрессии для расчета пожнивно-корневых остатков и соломы, коэффициенты гумификации растительных остатков) вполне приемлемы для прогноза режима органического вещества в почвах.

Выводы

1. Установлены коэффициенты гумификации пожнивно-корневых остатков, соломы и навоза в экологических условиях ле-

состепи Поволжья, которые соответственно по углероду составляют 0,2; 0,25 и 0,3;

2. Пожнивно-корневые остатки зерновых культур восполняют от 22 до 36% расхода гумуса на формирование урожайности культур, солома – от 41 до 64%. Масса новообразованных из пожнивно-корневых остатков люцерны гумусовых веществ от 3,2 до 4,8 раз превосходит зерновые культуры. Меньше всего из изученных культур образуется гумуса под кукурузой;

3. Происходит дифференциация севооборотов по влиянию на режим органического вещества почвы. При условии внесения навоза 8–10 т/га и соломы 4–5 т/га на фоне минеральных удобрений с расчетом получения планируемой урожайности в зернопаровом севообороте создается отрицательный, в зернопропашном севообороте с одним полем гороха почти бездефицитный и положительный баланс гумуса в зерновом севообороте с горохом. В зернотравяном севообороте с горохом и выводным полем люцерны без внесения навоза при условии использования соломы зерновых культур в качестве органических удобрений (3 т/га) создается бездефицитный баланс гумуса.

Полученные нами нормативы и закономерности могут быть использованы в производственных условиях для прогнозирования режима органического вещества и оптимизации гумусного состояния чернозема в агроэкосистемах лесостепи Поволжья.

Библиографический список

1. Кононова, М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения / М.М.Кононова. – М.:Изд-во АН СССР, 1963. 314 с.

2. Фокин, А.Д. Влияние органического вещества на агрономические свойства и режимы почв / А.Д. Фокин //Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах.– М.: Изд-во МСХА, 1993. С. 34–39.

3. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова.– Л.:Наука, 1980. 286 с.

4. Janzen, R. A. Goh Tee Boon Stabili-za-

tion of Residual Cand N in Soil /R. A. Janzen, C. F. Shegkewich //Can. J. Soil Sci, 1988. V. 68. № 4. P. 733–745.

5. Морозов, В. И. Прогноз и картографирование сорняков в севооборотах / В.И. Морозов, А.Х. Куликова, М.И. Подсевалов, Е.А. Петухов //Защита растений. 1994. № 6. С. 48–53.

6. Смирнов, П.М. Проблемы азота в земледелии и результаты исследований с ¹⁵N / П.М. Смирнов //Агрохимия. 1977. № 1.С. 3–25.

7. Шапошникова, И.М. Изменение гумусового фонда почв в Ростовской области / И.М. Шапошникова, И.Н. Листопадов //Почвоведение. 1985. № 8. С. 57–62.

8. Лыков, А.М. Гумус и плодородие почвы / А.М. Лыков – М.: Московский рабочий, 1985. 200 с.

9. Сидоров, М.И. Научные основы современных интенсивных севооборотов / М. И. Сидоров // Агрономические основы специализации севооборотов. – М.:Агропромиздат, 1987. С. 17–22.

10. Свиридов, А.К. Севообороты по производству зерна в Центрально-Черноземной зоне / А.К. Свиридов, В.В. Черенков // Агрономические основы специализации севооборотов. М.:Агропромиздат, 1987. С. 110–117.

11. Исаев, А. П. Агротехническая и энергосберегающая роль зерновых бобовых культур в лесостепной зоне европейской части России / А. П. Исаев: Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук.– Немчиновка, Московская обл., 1994. 46 с.

12. Старовойтов, Н. А. Оптимизация обработки почвы в зернотравяном севообороте / Н. А. Старовойтов, Р. Е. Помченкова // Земледелие. 1983. № 12. С. 14–16.

13. Зубенко, В. Ф. О мерах по увеличению концентрации посевов сахарной свеклы в севооборотах / В.Ф. Зубенко, Л.Н. Барштейн //Теория и практика современного севооборота.– М.:Изд-во МСХА, 1996. С. 251–258.

14. Ещенко, В. Е. Структура посевных площадей и баланс гумуса / В.Е. Ещенко, А.В. Роенко // Земледелие. 1988. № 11. С. 41–42.