

УДК 631.452:631.87

UDC 631.452:631.87

**РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОСТАТКИ И
ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ**

PLANT RESIDUES AND SOIL FERTILITY

Кравченко Роман Викторович
д.с.-х.н., доцент
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Kravchenko Roman Viktorovich
Dr.Sci.Agr., associate professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Куприченков Михаил Тимофеевич
д.с.-х.н., с.н.с.
*ГНУ Ставропольский НИИ сельского хозяйства
Россельхозакадемии, Михайловск, Россия*

Kuprichenkov Mihail Timofeevich
Dr.Sci.Agr., senior researcher
*GNU Stavropol research institute of agriculture of
Rossoysky agricultural academy, Michaylovsk, Russia*

В статье дан обзор результатов изучения годового цикла разложения растительных остатков сельскохозяйственных культур, которые при благоприятных условиях увлажнения и температуры в течение годового цикла разлагается на 80 до 100%, а полное их разложение наблюдается через 2 года. При этом отмечается положительное их воздействие на почвенное плодородие – увеличение ферментативной активности, повышение гумусированности, отсутствие токсичности

In the article, the review of results of studying of an annual cycle of decomposition of the vegetative remains of crops, which decompose under favorable conditions of moistening and temperatures during an annual cycle decays, on 80 to 100 % is given, and their complete decomposition is observed in 2 years. Their positive impact on soil fertility – increase in fermentation activity, humification increase, lack of toxicity is thus noted

Ключевые слова: РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОСТАТКИ, ТОКСИЧНОСТЬ, ГУМИФИКАЦИЯ, МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, ДИНАМИКА РАЗЛОЖЕНИЯ, АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ

Keywords: RESIDUES, TOXICITY, HUMIFICATION, MINERALIZATION, DYNAMICS OF DECOMPOSITION, ENZYME ACTIVITY

В условиях отрицательного баланса гумуса в земледелии с ежегодным его дефицитом 100-1000 кг/га и выше реальным средством пополнения органического вещества агрогенных почв и повышения их биогенности помимо пожнивно - корневых остатков, прижизненных выделений растений, продуктов метаболизма почвенной микро - и мезофауны представляется внесение растительных остатков сельскохозяйственных культур (соломы, половы, стеблей, ботвы).

Глубокие исследования по изучению роли растительных остатков в восстановлении плодородия чернозема выщелоченного Кубани провел Н.М. Тишков, установивший снижение темпов потерь гумуса при возврате в почву 5 т/га побочной продукции, а также Н.Г. Малюга с коллегами, показавшие, что бездефицитный баланс гумуса на черноземах Кубани

достигается лишь 10-летним применением 2,5 т/га соломы с минеральными удобрениями [1, 2].

Для изучения процессов минерализации и трансформации растительные остатки восьми наиболее распространенных культур (горох, озимая пшеница, рапс, ячмень, кукуруза, подсолнечник, сорго, соя) измельчали до 2-3 см, смешивали с воздушно-сухой почвой в соотношении 1:20, помещали в капроновые мешочки, закапывали их в пахотный слой чернозема в месте отбора почвы на глубину 10-15 см. Одновременно закладывали контрольные образцы без растительных остатков.

Исследуемые культуры были разделены на две группы: I - культуры раннего срока уборки: горох, озимая пшеница, рапс, ячмень, II - позднего срока уборки: кукуруза, подсолнечник, сорго, соя. Остатки I группы культур закладывали в почву 1 августа, II группы – 1 октября 2003 г. Повторность опыта 4-х кратная. В дальнейшем мешочки с почвой и остатками извлекали по срокам наблюдений в течение 2003 – 2006 годов, доводили до воздушно-сухого состояния, извлекали неразложившиеся растительные остатки. Почву использовали для последующих исследований.

Разложение растительных остатков происходило быстрыми темпами, чему способствовали благоприятные условия увлажнения и температуры осенью 2003 г. За период с августа по ноябрь солоmistые остатки гороха, озимой пшеницы, ячменя и рапса минерализовались на 63-80 % (табл. 1). При этом высокая скорость разложения наблюдалась не только в течение первого месяца после поступления в почву (от 17 до 45%), но и сохранялась в сентябре – октябре – в среднем 17 % в месяц.

В ноябре понижение температуры и исчерпание легкодоступных для микроорганизмов фрагментов органического вещества привело к снижению темпов минерализации до 7 % в среднем.

Среди культур I группы наиболее интенсивно разлагалась богатая белками солома гороха. Остатки озимой пшеницы, рапса и ячменя вследствие широкого отношения C :N (78, 90, 76) отставали в скорости минерализации от гороховой соломы на 12- 17 %.

Таблица 1- Динамика разложения растительных остатков сельскохозяйственных культур (% убыли в весе)

Культура	2003 г.				2004 г.					2005 г.	
	1.09	1.10	1.11	1.12	1.04	1.05	1.06	1.08	1.10	1.04	1.07
Горох	45	62	75	80	81	94	96	100	100	100	100
Озимая пшеница	17	33	55	63	63	73	74	87	98	100	100
Озимый рапс	29	34	56	68	70	73	73	87	89	89	94
Озимый ячмень	21	44	65	67	68	76	85	93	99	100	100
Кукуруза н/з	-	-	24	38	43	56	76	89	92	93	96
Подсолнечник	-	-	25	34	34	48	62	76	83	88	100
Зерновое сорго	-	-	12	27	27	36	51	68	79	79	97
Соя	-	-	27	38	39	51	64	74	85	86	100

Растительные остатки II группы культур (кукуруза, подсолнечник, сорго, соя), внесенные в почву также после уборки 1 октября, в течение двух осенних месяцев (октябрь, ноябрь) потеряли от исходной массы 27 - 38 %. Высокая интенсивность их разложения, несмотря на температурный минимум, обеспечивалась за счет оптимального соотношения в них углерода к азоту (34-57).

С наступлением зимнего периода, переходом температур к отрицательным значениям процессы распада органических остатков приостановились, в результате чего с декабря 2003 г. по март 2004 г. убыль в весе составила 0 - 2 % для остатков I группы и 0 - 5 % -II группы культур.

По окончании годового цикла наиболее полно разложилась солома гороха (100 %), менее всего- рапса (87 %). Несколько ниже были темпы минерализации стеблей пропашных и технических культур и к октябрю 2004 года составили 79 - 92 %. Полное разложение растительных остатков наблюдалось через 2 года после их поступления в почву.

Таким образом, в динамике минерализации органического вещества необходимо выделить два неравнозначных по длительности периода. Первый характеризуется высокой скоростью и охватывает короткий отрезок времени- начальные 2 - 3 месяца, в течение которых биохимическому разложению подвергаются белки и углеводы. Второй период отличается значительной протяженностью в 1,5 - 2 года и постепенно убывающей интенсивностью распада. В это время продолжается минерализация целлюлозы, гемицеллюлозы и наиболее трудно доступных для микробиологического гидролиза компонентов – лигнина, воска, смол.

Аналогичные исследования, выполненные в других регионах, свидетельствуют о том, что полное разложение растительных остатков наступает через 3 - 4 года после из внесения в почву. В нашем опыте основными факторами ускорения минерализации стали условия повышенной влажности почвы при умеренной температуре.

Известно, что минерализация растительной массы сопровождается образованием и накоплением многочисленных органических соединений как стимулирующего, так и ингибирующего порядка. С целью установления токсичности почвы в опыте получали водные экстракты из образцов почв, на сутки замачивали в них семена тест – культуры (рапса),

после чего помещали их в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу, проращивали при температуре 28-30 °С в течение 48 часов и производили замеры длины корней проростков (табл. 2).

Таблица 2 - Динамика токсичности чернозема при разложении растительных остатков

Культура	Длина корней рапса, см (n = 150)					
	1.09.03	1.10.03	1.11.03	1.12.03	1.04.04	15.06.04
Контроль	3,29	3,27	3,20	3,25	3,25	3,29
Горох	2,89	2,86	3,20	3,93	3,01	3,44
Озимая пшеница	2,93	2,70	3,29	3,42	3,27	3,55
Озимый рапс	3,19	2,98	3,28	3,65	3,13	3,53
Озимый ячмень	3,26	3,29	3,30	3,54	3,38	3,23
Кукуруза на зерно	-	-	3,34	3,63	3,49	3,56
Подсолнечник	-	-	3,05	3,87	3,51	4,22
Зерновое сорго	-	-	3,65	3,73	3,80	3,98
Соя	-	-	3,31	3,34	2,47	3,47

Анализ показал, что в первые два месяца нахождения в почве все остатки I группы культур (кроме озимого ячменя) проявляют токсичность. Наиболее чувствительно проростки рапса реагировали на продукты разложения гороха. Такой неожиданный факт объясняется, во-первых, самой высокой скоростью разложения гороха в этот период и, как следствие, накоплением фитотоксинов. Во-вторых, эти вещества, возможно, ингибируют рост и развитие тест-культуры избирательно в силу складывающихся аллелопатических отношений. Чтобы это подтвердить или опровергнуть, необходимо в качестве тест-культуры использовать семена нескольких видов растений, чувствительных к веществам токсичной природы. Аллелопатией можно объяснить и сильное

ингибирующее действие при разложении сои и незначительное проявление токсичности по гороху и озимому рапсу на сроке 1.04.2004 г.

Растительные остатки кукурузы, сорго и сои оказывали стимулирующее влияние на проростки рапса с первого месяца разложения. Некоторый ингибирующий эффект наблюдается только на подсолнечнике.

В целом почва с растительными остатками если и проявляла токсичность, то только на первых этапах разложения осенью, когда поля свободны от вегетирующих растений. В дальнейшем наблюдалось устойчивое положительное воздействие продуктов разложения соломы и стеблей изучаемых культур на почвенное плодородие.

Внесенные в почву растительные остатки и их дальнейшая трансформация положительно отразились на усилении ферментативной активности почвы (табл. 3). Уже на 1 декабря 2003 года активность каталазы по всем вариантам опыта, исключая сою, была выше, чем на контроле особенно при разложении стеблей подсолнечника и сорго. Максимум каталазной активности наблюдался через год после поступления растительных остатков в почву - превышение относительно контроля составляло для I группы остатков 23 - 78 %, II группы – 96 - 123 %.

Начиная с 2005 года по мере приближения к полной минерализации органической массы происходит заметное снижение активности (от 0 до 44 % в I группе культур и от 18 до 29 % – во II группе), которая к окончанию трехлетнего периода приближается к контрольному варианту.

Динамика инвертазной активности имеет несколько иной характер. Ее интенсивность определяется в первую очередь содержанием сахаров и инвертазы в самом органическом субстрате. Поэтому на вариантах с внесением растительных остатков кукурузы, сорго, подсолнечника высокий уровень активности поддерживается на протяжении всего опыта, в течение первых двух лет превышая контроль на 68, 66 и 43 %

соответственно. Снижение отмечается только к концу третьего (2006) года, оставаясь также выше неудобренного варианта в среднем на 28 %.

Таблица 3 - Динамика активности ферментов при трансформации растительных остатков в черноземе

Культура	Каталаза, мл, 0,1н КМнО ₄ , 1 г почвы, 20 мин				Инвертаза, мг глюкозы, 1 г почвы, 40 час			
	1.12.03	1.10.04	1.10.05	1.08.06	1.12.03	1.10.04	1.10.05	1.08.06
Контроль	0,65	0,51	0,97	1,33	7,04	7,55	5,77	6,54
Горох	0,70	0,91	1,27	1,45	7,84	8,74	8,80	6,60
Озимая пшеница	0,70	0,89	1,30	1,50	7,84	7,92	6,49	7,04
Озимый рапс	0,80	0,85	1,40	1,30	7,55	5,57	5,22	7,48
Озимый ячмень	0,75	0,63	0,97	1,76	7,64	8,52	8,05	7,48
Кукуруза на зерно	0,95	1,02	1,20	1,22	12,92	10,67	10,34	7,70
Подсол- нечник	1,20	1,01	1,25	1,40	10,19	11,05	9,39	9,46
Зерновое сорго	1,10	1,00	1,17	1,32	12,47	10,83	9,02	7,86
Соя	0,60	1,14	1,15	1,27	6,98	10,72	9,46	8,47

При разложении соломы злаковых культур и гороха отмечается увеличение активности инвертазы, однако интенсивность процесса заметно ниже: по четырем срокам отбора превышение относительно фоновой почвы составляет 10, 11, 34 % в среднем. Исключением являются варианты с соломой рапса, где в течение 2004 - 2005 гг. наблюдалось подавление инвертазной активности на 26 и 10 % соответственно.

В целом можно утверждать, что внесенные в почву солома и стебли сельскохозяйственных культур существенно повышают активность ферментов, которые чувствительно реагируют на изменение биохимической обстановки почвы и поддерживают высокий уровень активности на протяжении 3 - 4 лет.

Центральным вопросом опытов с органическими удобрениями представляется влияние их на воспроизводство потенциального плодородия, пополнение почвенного гумуса. Выше уже отмечалось, что минерализация растительных остатков в основном завершается через год после их поступления в почву и только оставшиеся 2 - 21 % (в зависимости от культуры) разлагаются в последующие второй и третий годы. Исходя из этого, содержание гумуса в почве было определено по окончании трехлетнего периода (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние растительных остатков на гумусированность чернозема (1.08.06)

Культура	Гумус, %	Прибавка гумуса		Коэффициент гумификации
		% абс.	% отн.	
Контроль	3,82	-	-	-
Горох	4,12	0,30	7,8	0,160
Озимая пшеница	4,12	0,30	7,8	0,160
Озимый рапс	3,94	0,12	3,1	0,153
Озимый ячмень	4,11	0,29	7,6	0,160
Кукуруза на зерно	4,22	0,40	10,4	0,164
Подсолнечник	4,19	0,37	9,7	0,163
Зерновое сорго	4,03	0,21	5,5	0,156
Соя	4,05	0,23	6,0	0,157

Из данных таблицы 4 следует, что больше всего пополняют почву гумусом остатки кукурузы с благоприятным соотношением C:N (3:4), затем подсолнечника, гороха, озимой пшеницы, ячменя, сои, сорго и рапса. Разница в пополнении гумуса между ними довольно значительная – от 0,40 до 0,12 % или от 10,4 до 3,1 относительных процента.

При расчетах гумусового баланса почв совершенно необходимым показателем является коэффициент гумификации, под которым понимается часть поступивших в почву органических веществ, перешедшая в гумус. Обычно эта величина рассчитывается в процентах или в долях, от годового количества поступающей в почву органики, что вносит определенную условность в его смысл. Последняя обусловлена тем, что не все количество свежего органического вещества разлагается в течение года, а лишь часть – до 60 % и более. Остальная масса частично гумифицируется, частично минерализуется в последующие годы. Поэтому для расчета коэффициента гумификации лучше использовать промежуток времени в несколько лет, чтобы учесть ряд циклов разложения находящихся в почве растительных остатков. Таким образом, расчетная величина коэффициента гумификации является усредненной за ряд лет.

В начале 90-х годов прошлого столетия учеными Ставропольского НИИСХ были установлены величины коэффициентов гумификации основных почв Ставрополя методом наименьших квадратов из условия минимума отклонений фактических запасов гумуса в пахотном слое от теоретических. Для чернозема обыкновенного, на котором проводились наши опыты, коэффициент гумификации соломы озимой пшеницы составил 0,160. Исходя из этого, были вычислены коэффициенты гумификации приведенных в таблице 4 растительных остатков сельскохозяйственных культур. Они составили от 0,153 по рапсу до 0,164 по кукурузе. Из этого следует, что каждая внесенная в почву тонна свежего органического вещества дает 153 - 164 кг гумуса.

Таким образом, проблема создания бездефицитного баланса гумуса при острой нехватке навоза вполне может быть решена путем всемерного использования побочной продукции урожая в качестве органического удобрения.

Литература:

1. Малюга, Н.Г. Состояние и основные пути повышения плодородия почв в Краснодарском крае / Н.Г. Малюга, Л.Г. Леплявченко, Ю.Р. Долгих// Применение удобрений и растительное воспроизводство плодородия почв/ тр. ВИУА.-1989.-С. 115-118.
2. Тишков, Н. М. Влияние растительных остатков и удобрений в севообороте с масличными культурами на плодородие чернозема выщелоченного /Н.М. Тишков// Масличные культуры. – Краснодар, 2006. – Вып. 2/135. – С. 132 - 138.