

УДК 631.484

UDC 631.484

**ОБОСНОВАНИЕ РОЛИ КОРНЕВЫХ И ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ В АГРОЦЕНОЗАХ**

**STATEMENTS FOR THE ROLE OF ROOT AND AFTERMATH RESIDUES IN AGROCENOSES**

Новиков Алексей Алексеевич  
д.с.-х.н., профессор

Novikov Aleksei Alekseyevich  
Dr.Sci.Agr., professor

Кисаров Олег Петрович  
д.т.н., профессор

Kisarov Oleg Petrovich  
Dr.Sci.Tech., professor

*Новочеркасская государственная мелиоративная академия, Новочеркасск, Россия*

*Novocherkassk State Land Reclamation, Academy, Novocherkassk, Russia*

В статье обосновывается роль корневых и пожнивных остатков основных полевых сельскохозяйственных культур в сохранении и повышении содержания органического вещества в почве без удобрений и при их внесении. Установлено, что количество растительных остатков сельскохозяйственных культур, поступающее в почву, в 2,6-3,5 раза меньше, чем естественной растительности, а сухого вещества с основной и побочной продукцией отчуждается в 2,0-2,2 раза больше, чем остаётся в почве

The role of root and aftermath residues of basic field farm crops for retention and increase in organic matter content of the soil with fertilizing and fertilizer omitted is substantiated in the article. It is ascertained that the quantity of aftermath residues coming into the soil is 2,6-3,5 times less than that of natural vegetation while dry matter is removed with the main production and by-products 2,0-2,2 times more than is remained in the soil

Ключевые слова: КОРНЕВЫЕ И ПОЖНИВНЫЕ ОСТАТКИ, ПОЛЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ, УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, РАЗЛОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

Keywords: ROOT AND AFTERMATH RESIDUES, FIELD CROPS, REGRESSION EQUATION, CHEMICAL COMPOSITION, DECOMPOSITION OF PLANT RESIDUES

Литературные данные о размерах растительных остатков культурных растений обширны и в известной мере противоречивы, что связано с различиями в методах учета и трудностью выделения неразложившейся массы предшествующих культур и сорняков от остатков анализируемой культуры, с неодинаковыми почвенно-климатическими условиями.

С урожаем зерновых и однолетних трав отчуждается 60-65% от биомассы, кукурузы – 70-73%, сена многолетних трав – 40%. Остальная часть растительной массы попадает в почву, где минерализуется до простых соединений или трансформируется в гумус.

Наибольшее количество органического вещества среди культурных растений оставляют в почве многолетние травы. В зависимости от условий возделывания и уровня урожаев масса пожнивно-корневых остатков трав достигает 4,7-7,5 т/га в ряде случаев она может быть еще выше.

Культуры по накоплению растительных остатков в различных почвенно-климатических зонах располагаются в следующем порядке: Нечерноземной – многолетние травы (100%), кукуруза (56%), озимые (50%), яровые зерновые (39%), зернобобовые (28%); Центрально-Черноземной - многолетние травы (100%), озимая пшеница (48%), кукуруза (38%), яровые зерновые (37%), подсолнечник (36%), зернобобовые (35%), сахарная свекла (31%).

На обыкновенных черноземах юго-востока степи Украины в почве после озимой пшеницы органической массы накапливалось 3,2-3,8 т/га, после кукурузы – 2,0-2,4, ячменя – 1,3-1,8 т/га. В севооборотах Центрального Предкавказья имелось 3,8-4,2 т/га пожнивно-корневых остатков, удобрения увеличивали их количество на 5,9-9,7% [1].

С повышением урожайности культурных растений количество пожнивных и корневых остатков увеличивается, но доля их в общей биомассе снижается. Запасы растительных остатков озимых зерновых при урожаях 1,0-1,5 т/га равняются 2,3 т/га, яровых – 1,8, в то время как при урожаях 3,0-4,0 т/га – соответственно 4,5 и 3,5.

Однако масса органического вещества, учитываемая в виде пожнивных и корневых остатков перед уборкой культурных растений, фактически меньше образованной ими в течение вегетации. Значительное

количество органического вещества поступает в почву с корневыми выделениями и отмершими корнями.

Отмершие корни составляют 20% от веса живых, корневые выделения – 10%, слизистые выделения зерновых культур могут достигать сотен кубических метров и приближаться к высокому урожаю зерна.

Соотношение отчуждаемой массы корневых и пожнивных остатков неодинаково в зависимости от почвенно-климатических условий, уровня урожаев, биологических особенностей культур, агротехники их возделывания. В районах с засушливым климатом масса корневых остатков в общей массе растений больше [2,3].

При неблагоприятных условиях (недостаток влаги и пищи) рост надземной массы растений сдерживается, корней – усиливается, в то время как при повышенной влажности почвы и внесении удобрений растения развивают большую надземную и меньшую корневую систему.

Исследованиями, проведенными нами в десятипольном зерно-паропропашном севообороте на черноземах обыкновенных, установлено, что более всего растительной массы в слое 0-30 см оставалось после озимой пшеницы, возделываемой по чистому пару, – 4,1-5,0 и подсолнечника – 4,7-5,2 т на 1 га (табл. 1). Весовое количество корневых остатков паровой озимой пшеницы в 1,3-1,4 раза больше, чем стерневых, отношение сухого вещества растительных остатков к зерну – 0,9-1,1. Вес корневых остатков подсолнечника превышал вес неотчуждаемой массы в 1,5 раза, отношение остатков к количеству семян – 2,0-1,9.

Таблица 1 - Сухое вещество основной, побочной продукции и растительных остатков, т с 1 га

Культура	Продукция		Остатки					
	основная	побочная	пожнивные		корневые			
Контроль без удобрения								
Озимая пшеница	4,6	5,6	1,8		2,3			
Озимая пшеница	2,6	2,9	1,4		2,0			
Горох	2,0	2,1	0,4		1,0			
Озимая пшеница	3,0	3,3	1,5		2,0			
Кукуруза на зерно	3,4	6,1	0,8		2,3			
Яровой ячмень	2,8	3,0	0,8		1,5			
Кукуруза на силос	7,6	-	0,9		2,4			
Озимая пшеница	2,9	3,0	1,4		2,1			
Подсолнечник	2,4	3,9	1,9		2,8			
В среднем на 1 га	3,1	3,0	1,2		1,9			
8 т навоза + N <sub>78</sub> P <sub>48</sub> K <sub>27</sub>								
	НСР <sub>05</sub>		НСР <sub>05</sub>		НСР <sub>05</sub>			
	НСР <sub>05</sub>		НСР <sub>05</sub>		НСР <sub>05</sub>			
Озимая пшеница	5,1	0,26	6,5	0,41	2,1	0,04	2,9	0,34
Озимая пшеница	3,3	0,12	4,1	0,47	1,5	0,12	2,3	0,12
Горох	2,3	0,12	2,8	0,28	0,5	0,04	1,3	0,09
Озимая пшеница	3,4	0,39	4,2	0,29	1,6	0,10	2,6	0,26
Кукуруза на зерно	4,4	0,28	7,9	0,47	0,9	0,05	2,5	0,38
Яровой ячмень	3,2	0,45	3,7	0,67	0,9	0,09	1,7	0,05
Кукуруза на силос	9,3	0,28	-	-	1,0	0,20	2,9	0,43
Озимая пшеница	3,7	0,20	4,6	0,44	1,5	0,08	2,6	0,34
Подсолнечник	2,7	0,33	4,2	0,85	2,1	0,12	3,1	0,23
В среднем на 1 га	3,7	0,22	3,8	0,51	1,2	0,09	2,2	0,25

Общее количество остатков кукурузы, возделываемой на зерно и силос, в 1,3-1,8 раза меньше, чем подсолнечника, доля стерни составляла примерно четвертую часть.

Озимая пшеница, посеянная после непаровых предшественников, оставляла на 1 га почвы 3,4-4,2 т растительной массы, яровой ячмень – 2,3-2,6. Вес корневых остатков озимой пшеницы превышал вес стерневых в

1,4-1,7 раза, ярового ячменя – в 1,9 раза. Весьма значительна эта разница при выращивании гороха корневых остатков которого больше, чем стерневых, в 3 раза.

При внесении удобрений культуры формировали больший урожай и больше, хотя и не в прямой пропорциональности, было неотчуждаемой массы. Например, на контрольном варианте урожайность зерна озимой пшеницы, возделываемой после кукурузы, составляла 2,9 т с 1 га, растительных остатков – 3,5, в то время как при внесении удобрений – соответственно 3,7 и 4,1 т с 1 га. Такая же закономерность наблюдалась при возделывании кукурузы, озимой пшеницы после озимой пшеницы. В меньшей степени она проявлялась при посеве пшеницы по чистому пару и после гороха.

Таким образом, количество растительных остатков сельскохозяйственных культур поступает в почву в 2,6-3,5 раза меньше, чем естественной растительности. К тому же сухого вещества с основной и побочной продукцией отчуждается в 2,0-2,2 раза больше, чем остается в почве, но оно вновь требуется для образования и подземной, и надземной массы.

Исследователи предлагали уравнения регрессии, позволяющие вычислять количество корневых и пожнивных остатков по урожаю основной продукции. Для наших условий они оказались неприемлемыми.

В связи с важностью знания о накоплении органического вещества в почве, без непосредственного определения, нами такая зависимость установлена. Для озимой пшеницы:  $y = 0,48x + 2,0$  ( $r = 0,88$ ); ячменя  $y = 0,21x + 1,7$  ( $r = 0,80$ ); гороха  $y = 0,29x + 0,9$  ( $r = 0,85$ ); кукурузы, возделываемой на зерно,  $y = 0,47x + 1,4$  ( $r = 0,70$ ); кукурузы, выращиваемой на силос,  $y = 0,10x + 0,6$  ( $r = 0,72$ ); подсолнечника  $y = 0,40x + 3,8$  ( $r = 0,81$ ); люцерны (сено)  $y = 0,37x + 2,93$  ( $r = 0,85$ ), где  $y$  –

количество растительных остатков, оставляемых в почве,  $x$  – урожай основной продукции, т/га.

Химический анализ корневых и пожнивных остатков показал, что азота сравнительно много возвращалось в почву после озимой пшеницы, возделываемой по пару, – 38,3 и подсолнечника – 38,8 кг на 1 га площади на контрольном варианте, 51,2 и 44,9 – при внесении удобрений, или соответственно 29-36 и 30-35% от отчуждаемого количества (табл. 2).

Таблица 2 - Вынос и накопление азота культурами зернопаропропашного севооборота, кг с 1 га,

Культура	Вынос продукцией		Накопление в остатках					
	основной	побочной	пожнивных		корневых			
Контроль без удобрения								
Озимая пшеница	102,1	31,7	8,2		30,1			
Озимая пшеница	54,7	13,4	4,4		18,8			
Горох	84,1	20,9	3,7		18,1			
Озимая пшеница	63,5	16,4	4,5		23,6			
Кукуруза на зерно	51,3	41,4	4,4		17,5			
Яровой ячмень	54,6	17,9	4,0		20,9			
Кукуруза на силос	108,2	-	4,9		17,4			
Озимая пшеница	59,0	15,4	3,6		21,2			
Подсолнечник	73,6	33,8	14,6		24,2			
В среднем на 1 га	65,1	19,1	5,2		19,2			
8 т навоза + N <sub>78</sub> P <sub>48</sub> K <sub>27</sub>								
	НСП <sub>05</sub>		НСП <sub>05</sub>		НСП <sub>05</sub>		НСП <sub>05</sub>	
Озимая пшеница	130,6	10,0	40,9	2,6	9,7	0,2	41,5	5,1
Озимая пшеница	80,4	14,0	24,6	7,2	5,7	1,2	26,6	6,0
Горох	100,0	11,4	29,0	1,52	4,8	0,2	24,3	2,4
Озимая пшеница	82,8	8,7	24,9	6,1	6,0	0,9	31,3	4,8
Кукуруза на зерно	72,5	5,4	55,0	2,5	5,3	0,3	22,4	3,7
Яровой ячмень	66,5	11,6	23,1	5,1	5,4	2,3	24,1	1,0
Кукуруза на силос	142,6	4,0	-	-	6,2	2,5	25,1	4,6
Озимая пшеница	94,5	11,4	23,7	7,2	5,1	1,0	31,1	8,3
Подсолнечник	88,0	9,4	38,6	8,2	17,4	1,7	27,5	2,8
В среднем на 1 га	85,8	9,6	26,0	5,1	6,6	1,1	25,4	4,3

После гороха азота поступало мало (несмотря на высокое процентное содержание его) – 21,8-29,1 кг на 1 га, так как здесь невелика масса пожнивных и корневых остатков. Но бобовые растения способны использовать азот воздуха, тем самым позволяют не только сохранять его в почве и улучшать минеральное питание культур, но и получать экологически чистую продукцию. Практически столько же – 21,9-31,3 кг/га - поступало азота в почву после кукурузы, выращиваемой на зерно и силос.

Озимая пшеница, возделываемая по непаровым предшественникам, и ячмень, накапливали на контрольном варианте несколько больше азота, чем горох и кукуруза. Внесение навоза и минеральных удобрений сохраняло эту закономерность, но количество его по сравнению с естественным фоном было больше на 19-46%.

Ежегодно с корневыми и пожнивными остатками культур на 1 га севооборотной площади поступало на контрольном варианте 24, кг азота, при внесении удобрений – 32 кг, или больше на 31%.

Распад поступающего в почву органического вещества, являясь одним из звеньев биологического круговорота, обеспечивает устойчивость биоценозов в целом, формирует гумус почв. Энергия и характер разложения органических остатков растительного происхождения в ходе физических и химико-биологических превращений в почве в совокупности определяют в ней жизненные

Высокое содержание легкоразлагаемых органических соединений азота способствует интенсивной минерализации остатков, наличие устойчивых веществ замедляет их переработку микроорганизмами. Особенно значительны эти различия на начальных этапах разложения, с развитием процесса минерализации и усилением контакта разлагающейся массы с почвой они постепенно сглаживаются. Довольно точным интегральным показателем качества органического вещества, от которого

зависит интенсивность его разложения, является отношение углерода к азоту (C:N).

Растительные остатки с широким отношением С к N не обеспечивают достаточного количества азота для метаболизма микроорганизмов при их высокой активности. Когда быстро метаболизируемые субстраты (углеводы) истощаются, лимитирование питания сменяется от азота к углероду.

“Критическое” соотношение С к N, характеризующее доступность микроорганизмам питательных веществ, содержащихся в остатках, и влияние их на почвенное плодородие, колеблется от 15 до 30 в зависимости от запаса минерального азота в почве, качества органических веществ, длительности их разложения.

При повышении указанного значения процессы разложения замедляются, происходит иммобилизация азота. При меньших значениях идет интенсивная минерализация остатков в результате активизации деятельности микрофлоры.

Исследованиями, проведенными нами, на черноземах обыкновенных установлено, что среди изучаемых культур с наибольшей скоростью разлагались послеуборочные остатки люцерны, имеющие самое узкое отношение С к N – 19,4 и гороха – 26,8 (табл. 3). Процент разложения гороха за первые два месяца составил 47,2, за семь месяцев – 52,8, за год – 82,4. При еще более узком отношении углерода к азоту в остатках люцерны этот процент за соответствующие периоды был 57,6, 67,4 и 80,1.

Менее высок процент разложения растительных остатков ячменя: при начальном значении С : N, равном 59,5, через два месяца оно стало 39,6, семь - 43,5, через год – 65,2. Ниже интенсивность рассматриваемого процесса в почве, куда поступали остатки озимой пшеницы и особенно кукурузы, хотя соотношение С к N в остатках последней такое же, как и в остатках ячменя. Видимо, невысокое содержание водорастворимых



органических соединений и протеинов в растительной массе кукурузы тормозило размер микробного синтеза. Только после двенадцатимесячного периода скорость разложения увеличилась более чем в 3 раза.

Таблица 3 - Разложение и химический состав растительных остатков

Культура	Период разложения, месяц	Процент разложения	C, %	N, %	C:N
Озимая пшеница	-	-	46,8	0,90	52,0
	2	36,1	47,3	0,96	49,3
	7	39,4	47,3	1,04	45,5
	12	53,2	48,4	1,28	37,8
Яровой ячмень	-	-	46,4	0,78	59,5
	2	39,6	45,2	1,00	45,2
	7	43,5	51,0	1,22	41,8
	12	65,2	51,0	1,32	38,6
Горох	-	-	41,0	1,53	26,8
	2	47,2	40,0	1,95	20,5
	7	52,8	44,5	2,13	20,9
	12	82,4	-	-	-
Люцерна	-	-	42,0	2,16	19,4
	2	57,6	40,0	2,29	17,5
	7	67,4	46,9	2,53	18,5
	12	80,1	49,5	2,90	17,1
Кукуруза	-	-	44,4	0,75	59,2
	2	-	43,1	1,04	41,4
	7	18,7	50,8	1,22	41,6
	12	58,1	49,7	1,26	39,4

Изменение величины этого отношения в растительных остатках происходило в основном за счет содержания азота, которое увеличивалось быстрее, чем углерода.

Наибольший темп роста концентрации азота после двенадцати месяцев разложения по сравнению с исходным уровнем оказался в остатках культур, имеющих более широкое начальное отношение углерода к азоту, – ячменя и кукурузы – 41%, меньший - в растительной массе люцерны – 25. В более легко разлагающейся массе быстрее образуются протеины микробного синтеза, способствующие значительному развитию процессов гумификации.

#### Литература.

1. Дёмкин В.И. Воспроизводство плодородия почвы в зернопаропропашных севооборотах Центрального Предкавказья: Автореф. дис... докт. с.-х. наук. Краснодар, 1999. 50с.
2. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 368 с.
3. Кирюшин, В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 473 с.