



ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

П.И.Никончик, член-корреспондент ААН РБ, доктор сельскохозяйственных наук
Белорусский НИИ земледелия и кормов
УДК 631.811:631.584

Накопление биомассы, потребление и возврат в почву элементов питания в севооборотах с промежуточными культурами

В статье изложены результаты исследований о накоплении биомассы урожая, корневых и пожнивных остатков, а также количество основных элементов питания, отчуждаемых с урожаем и оставляемых в почве с корневыми и поверхностными растительными остатками в севооборотах с промежуточными культурами.

The article provides the results of the research on accumulation of yield biomass, root and crop residues as well as the amount of main nutrition elements remained after harvesting and left in soil with root and surface plant residues in crop rotations with inter-planted crops.

В последние два десятилетия в республике проведено много исследований по вопросу продуктивности и подбора промежуточных культур. Исследований же о влиянии этих культур на накопление органического вещества и биологический круговорот элементов питания очень мало.

Для познания роли промежуточных культур в биологическом круговороте веществ и воспроизводстве плодородия почвы необходимо знать общую биомассу растений, количество ее поступающей в почву с корневыми и пожнивными остатками, запасы аккумулярованных в них основных элементов питания и долю их в общем потреблении растениями при возделывании озимых, подсевных и пожнивных промежуточных культур. Для решения этих вопросов в наших опытах на экспериментальной базе "Жодино" в качестве озимой промежуточной культуры испытывалась озимая рожь на зеленую массу, из пожнивных — редька масличная, горчица белая и озимый рапс, из подсевных — сераделла, многолетний кормовой и горький люпин.

Озимая рожь, редька масличная, озимый рапс и многолетний люпин кормовой использовались только на кормовые цели, горчица и сераделла — на корм и зеленое удобрение, а многолетний горький люпин — на зеленое удобрение.

Исследования проводились в 12-ти 8-польных севооборотах. Во всех изучаемых севооборотах схема чередования основных культур была следующей: 1 — люпин кормовой на з/м; 2 — озимая рожь, 3 — картофель, 4 — ячмень, 5 — клевер, 6 — ячмень, 7 — озимая рожь, 8 — овес. Севообороты различались между собой структурой промежуточных культур (табл. 1, 3, 4). Озимая рожь на зеленую массу в качестве промежуточной культуры возделывалась в занятом пару с последующим поукосным посевом кормового люпина (поле 1). Подсевная сераделла и пожнивные крестоцветные культуры возделывались после озимой ржи на зерно (поля 2, 7) с последующим размещением картофеля и овса. Многолетний люпин кормовой и горький подсеивались под озимую

Таблица 1. Накопление биомассы промежуточными культурами в ц сухого вещества с 1 га (среднее за 8 лет)

Культура	Вся биомасса	Отчуждаемый урожай	Растительные остатки			Отношение растительных остатков к урожаю
			пожнивные	корни	всего	
Озимая рожь на зеленую массу	62,3	35,0	8,6	18,7	27,3	0,78:1
Поживные:						
редька масличная	42,1	18,3	8,3	15,5	23,8	1,81:1
горчица белая	40,3	19,5	6,9	13,9	20,8	1,07:1
озимый рапс	39,9	16,0	8,5	15,4	23,9	1,49:1
Подсевные:						
сераделла	25,0	12,4	4,4	8,2	12,6	1,02:1
многолетний люпин кормовой	25,4	8,9	3,4	13,1	16,5	1,85:1
многолетний люпин горький на зеленое удобрение	48,7	-	25,3	23,4	48,7	1,92:1

рожь на зерно (поле 2) и использовались как предпосевники картофеля.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развитая на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемом с глубины 50-70 см моренным суглинком.

Возделывание промежуточных культур дает возможность дополнительно получать значительное количество органической массы (табл. 1). Наибольшее ее количество за счет надземной части и корней накапливает озимая рожь на зеленый корм. Высокий выход общей биомассы обеспечивают также пожнивны культуры (редька масличная, горчица белая, озимый рапс) и подсевной горький многолетний люпин. Значительно меньше ее накапливают подсевная сераделла и многолетний кормовой люпин.

Показательно то, что в отличие от культур в основных посевах промежуточные культуры имеют иное распределение биомассы по частям и органам растений. Если у основных культур большая часть общей биомассы приходится на отчуждаемую часть урожая, а корни и пожнивны остатки составляют, как правило, меньшую часть, то у большинства промежуточных культур, наоборот, масса корней и пожнивных остатков преобладает над массой отчуждаемого урожая. Так, у редьки масличной, озимого рапса и многолетнего кормового люпина масса корневых и пожнивных остатков была больше, чем отчуждаемая надземная масса, в 1,5-1,8 раза. Только у озимой ржи на зеленый корм растительные остатки по массе были меньше отчуждаемого урожая. Однако, если при использовании на зерно они составляли 43,3%, то при использовании на зеленый корм — 78% от массы отчуждаемого урожая.

Увеличение удельного веса массы растительных остатков промежуточных культур к массе отчуждаемой с урожаем объясняется тем, что уборка культур в про-

межуточных посевах проводится в более ранние фазы развития, чем в основных посевах. Озимая рожь на зеленую массу убирается до начала колошения, а пожнивны и подсевны культуры — не позднее фазы цветения. В эти фазы надземная часть растений еще не достигает максимальной массы, соответствующей биологическим особенностям культуры. Корневая же система уже к фазе цветения достигает полного развития (Ф.И. Левин, 1972). По нашим определениям, озимая рожь, убираемая на зеленый корм перед колошением, имела такую же массу корней при уборке на зерно (соответственно 18,7 и 19,1 ц/га). Надземная масса в эту фазу составляла только 56% от массы в полной спелости. Это также свидетельствует о том, что развитие корней опережает развитие надземной массы. Значит, растения в промежуточных посевах в большей мере наращивают ту часть биомассы, которая идет на пополнение органического вещества почвы, чем та, которая отчуждается с поля. Это усиливает их достоинство во влиянии на плодородие почвы.

Из промежуточных культур, возделываемых на кормовые цели, наибольшее количество корней и поукосных остатков оставляет после себя озимая рожь на зеленый корм (27,3 ц/га сухого вещества). Довольно большая масса их остается также после пожнивных культур — редьки масличной, горчицы белой и озимого рапса (20,8-23,9 ц/га). Меньше их бывает после подсевной сераделлы и многолетнего кормового люпина (12,6-16,5 ц/га). Многолетний горький люпин за осенний и ранневесенний периоды накопил 48,7 ц/га сухого вещества в виде надземной массы и корней.

На основании данных о количестве биомассы растений и их химического состава представляется возможность определить количество питательных элементов, потребляемых всей биомассой растений, отчуждаемых с урожаем и возвращаемых в почву с кор-

Таблица 2. Количество питательных элементов, вовлекаемых в биологический круговорот промежуточными культурами (среднее за 8 лет), кг/га

Культура	Всего потребляется питательных элементов			В том числе						Отношение питательных элементов, оставляемых в почве с растительными остатками, к их выносу с урожаем, %		
				отчуждается с урожаем			возвращается в почву с растительными остатками					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая рожь на зеленую массу	110,00	30,30	113,00	77,40	19,60	90,30	32,40	10,70	23,10	41,90	54,60	25,60
Редька масличная	92,80	37,40	113,00	59,30	22,90	70,10	33,50	14,50	43,30	56,50	63,30	61,80
Горчица белая	89,50	27,40	98,90	64,00	18,10	64,50	25,50	9,26	34,40	39,80	51,20	53,30
Озимый рапс	88,10	30,20	92,20	48,30	15,50	50,60	39,80	14,70	41,40	82,40	94,80	82,20
Сераделла	60,30	17,80	40,70	40,40	12,00	29,90	21,30	5,80	10,80	53,00	48,30	36,10
Многолетний кормовой люпин	65,90	13,30	33,10	28,20	6,05	17,70	32,90	6,81	13,30	117,00	112,00	75,10
Многолетний горький люпин	144,00	29,00	66,60	-	-	-	144,00	29,00	66,60	-	-	-

невными и пожнивными остатками. Промежуточные культуры по отношению к культурам основных посевов характеризуются более высоким удельным весом возвращаемых в почву питательных элементов по отношению к их выносу с урожаем. Так, у пожнивного озимого рапса с корневыми и пожнивными остатками в почву поступило 82,2-94,8% азота, фосфора и калия от выноса этих элементов с урожаем, у редьки масличной — 56,5-63,3%, а у подсевного многолетнего кормового люпина азота и фосфора в корнях и поукосных остатках содержалось больше, чем в отчуждаемом урожае (табл. 2). Во всех же изученных нами однолетних кормовых культурах на зеленую массу, выращиваемых в обычных весенних посевах, доля возвращаемого в почву азота составляла 10,9-27,1%, фосфора — 12,5-36,2 и калия — 9,1-35,7%. Большой процент остающихся в почве элементов питания после пожнивных культур и промежуточной озимой ржи объясняется высоким удельным весом растительных остатков в общей биомассе растений.

Довольно значительное количество элементов питания поступает в почву с растительными остатками промежуточных культур не только в относительном, но и в абсолютном выражении. После озимой ржи на зеленую массу и пожнивных культур (редька масличная, горчица белая, озимый рапс) в пахотном слое (0-20 см) оставалось 25,5-39,8 кг азота, 9,26-14,7 кг фосфора и 23,1-43,3 кг калия. Меньше этих элементов оставляли после себя подсевная сераделла и многолетний кормовой люпин ввиду более низкой их урожайности.

Многолетний горький люпин, используемый на зеленое удобрение, больше поставляет в почву питательных элементов, чем культуры, используемые на корм, особенно азота. Однако производительность пашины при этом снижается из-за недобора сельскохозяйственной продукции. Последствие его на урожай последующих культур не компенсирует тех потерь зеленой массы, которая запахивается в почву, а не используется на корм.

Исследованиями, проведенными в условиях нашей республики, доказана возможность применения промежуточных посевов, определен состав культур для различных типов почв, дана им экономическая оценка (Д.Г.Кальянов, 1945; П.Е.Прокопов и др., 1963, 1965; А.К.Залесский, 1965; Н.В.Мартинчик, 1965; П.М.Шеронев, 1969; Н.И.Сидорцов, 1972; А.И.Афанасьев, 1975; В.М.Горошко, 1975; А.М.Книжников и др., 1975; А.А.Лапковский, А.Г.Межуев, 1975; П.И.Мазура, 1977; П.И.Никончик, 1964, 1986; В.Н.Шлапунов и др. 1975, 1987). Сведений же о влиянии промежуточных культур на плодородие почвы в литературе недостаточно. Слабо освещены вопросы о их роли в накоплении органического вещества в почве и биологическом круговороте веществ в севооборотах. Между тем, имеющиеся отечественные и зарубежные данные свидетельствуют о том, что внедрение промежуточных посевов может стать важным резервом увеличения запасов органического вещества в почве (Н.Осадчий и И.Бакума, 1967; З.Рюбензам, К.Рауз, 1969; С.А.Воробьев и др., 1973, 1979; В.Г.Лошаков, 1975, 1987, 1989; W.Jotz, 1973; A.Kurnatowska, 1973 и др.).

В нашей работе преследуется цель показать возможность пополнения органического вещества в почве за счет насыщения севооборотов промежуточными культурами и определить их роль в севооборотах в биологическом круговороте веществ. Результаты исследований свидетельствуют о том, что с применением промежуточных культур в севооборотах возрастает количество биомассы как отчуждаемой с урожаем, так и остающейся в почве в виде корневых и пожнивных остатков. Причем, увеличение массы растительных остатков происходило значительно в большей степени, чем массы, отчуждаемой с урожаем. В наших опытах, проведенных на экспериментальной базе "Жодино", в севооборотах с промежуточными культурами масса урожая была на 7,3-13,1%

Таблица 3. Накопление биомассы растений в севооборотах в зависимости от насыщения их промежуточными культурами, и абсолютно сухого вещества на 1 га пашни (среднее за 8 лет)

№ пос.	% промежуточных культур				Вся биомасса	Отчуждаемый урожай		Растительные остатки			Отношение растительных остатков, в %	
	всего	из них				вся продукция	основная продукция	всего	в том числе		ко всей биомассе	к отчуждаемому урожаю
		озимых	подсеваемых	пожнивных					пожнивные, зеленое удобрение	корни		
1	0	0	0	0	105,7	74,1	46,1	31,6	11,9	19,7	29,9	42,6
3	25,0	12,5	12,5	-	116,8	79,6	52,3	37,2	13,6	23,6	31,8	46,7
4	37,5	12,5	-	25,0	123,8	82,5	55,9	41,3	15,1	26,2	33,4	50,0
5	37,5	12,5	-	25,0*	125,4	79,8	51,3	45,6	19,8	25,8	36,4	57,1
6	37,5	12,5	25,0	-	119,4	79,5	52,2	39,9	13,9	26,0	33,4	50,2
7	37,5	12,5	25,0*	-	122,9	77,7	49,9	45,2	18,6	26,6	36,8	58,2
8	37,5	12,5	25,0	-	123,5	81,4	55,6	42,1	14,9	27,2	34,1	51,7
9	37,5	25,0	-	12,5	125,5	83,8	56,5	41,7	15,3	26,6	33,2	50,0

Примечание. * — на зеленое удобрение

Таблица 4. Биологический круговорот элементов питания в связи с насыщением севооборотов промежуточными культурами (среднее за 8 лет)

№ севооб.	% промежуточных культур				Вовлекается в биологический круговорот, кг/га			Отчуждается с урожаем, кг/га			Возвращается в почву с корневыми и пожнивными остатками и зеленым удобрением					
	всего	из них			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	кг/га			% к выносу с урожаем		
		озимых	подсевных	пожнивных							N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0	0	0	0	158,8	46,9	133,9	118,0	36,0	103,0	40,8	10,9	30,9	34,6	30,3	30,0
3	25,0	12,5	12,5	-	177,5	52,3	155,0	129,0	39,0	118,0	48,5	13,3	37,0	37,6	34,1	31,4
4	37,5	12,5	-	25,0	194,6	57,6	172,9	145,0	42,4	129,0	50,9	15,2	43,9	35,1	35,8	34,0
5	37,5	12,5	-	25,0*	204,9	59,1	175,8	136,0	39,8	115,0	68,9	19,3	60,8	50,7	48,5	52,9
6	37,5	12,5	25,0	-	187,5	53,6	149,7	133,0	38,9	111,0	54,5	14,7	38,7	41,0	37,8	34,9
7	37,5	12,5	25,0*	-	203,4	57,8	163,2	130,0	37,9	111,0	73,4	19,9	52,2	56,5	52,5	47,0
8	37,5	12,5	25,0	-	207,1	57,3	164,3	147,0	41,7	119,0	60,1	15,6	45,3	40,9	37,4	38,1
9	37,5	25,0	-	12,5	196,4	57,2	168,5	143,0	42,0	126,0	53,4	15,2	42,5	37,3	36,2	33,7

Примечание. * -- на зеленое удобрение

больше, чем в севообороте без промежуточных культур, а корневых и пожнивных остатков — на 26,3-33,2% (табл. 3). Это следствие того, что за счет включения промежуточных культур возрастает доля растительных остатков по отношению к биомассе урожая. В тех же опытах в севообороте без промежуточных культур они составляли 42,6% от биомассы урожая, а в севооборотах с 37,5% промежуточных культур — 50,0-58,2%. Это свидетельствует об усиливающейся роли севооборотов с промежуточными культурами во влиянии на плодородие почвы.

Самое большое увеличение поступающей в почву органической массы (на 43,0-44,3%) отмечено в наших опытах в севооборотах, где в двух полях из трех промежуточные культуры (многолетний горький люпин, сераделла, горчица) запахивались на зеленое удобрение (табл. 4, севообороты 5,7). В севооборотах с промежуточными культурами, используемыми на корм (озимая рожь на зеленую массу, пожнивная горчица, подсевная сераделла, клевер) это увеличение составило 30,7-33,2% (севообороты 4,8,9). За счет растительных остатков промежуточных культур в этих севооборотах ежегодно дополнительно поступило в почву 9,7-10,5 ц на 1 га пашни абсолютно сухой органической массы. Это соответствует по сухому веществу 4,8-5,2 т подстилочного навоза. Следует напомнить, что в 80-90-е годы в колхозах и совхозах республики на 1 га пашни вносилось 12,0-13,6 т органических удобрений.

Включение в севооборот промежуточных культур способствует расширению емкости круговорота веществ. В наших опытах в сравнении с севооборотом без промежуточных культур количество азота в общей биомассе увеличилось на 18,1-29,7%, фосфора — на 14,3-26,0 и калия — на 11,8-31,3% (табл. 4). Это имеет большое значение в отношении плодородия почвы. Через органическое вещество в круговорот могут включаться элементы легкорастворимых форм, подвергающихся вымыванию из почвы, и труднорастворимых со-

единений, которые благодаря деятельности корневой системы превращаются в активные, усвояемые для растений соединения (Ф.И. Левин, 1972; P.W. Kurten, 1968).

Показательно то, что накопление элементов питания в биомассе севооборотов с промежуточными культурами в большей степени происходит за счет аккумуляции их в корневых и пожнивных остатках, чем за счет отчуждаемой части урожая. В экспериментальных севооборотах с промежуточными культурами, используемыми на кормовые цели, суммарное количество азота, фосфора и калия в отчуждаемом урожае возросло на 9,2-22,5%, а в растительных остатках — на 28,3-48,9%. С включением промежуточных культур в севообороты повышается степень возврата в почву потребленных элементов питания, так как увеличивается доля их в корнях и пожнивных остатках по отношению к выносу с урожаем. Дополнительное поступление в почву азота и зольных элементов за счет растительных остатков промежуточных культур является одним из факторов положительного влияния их на урожай последующих культур севооборота.

Литература

1. Воробьев С.А. Пожнивные культуры как органическое удобрение и фактор чередования в севооборотах с высоким насыщением зерновыми культурами // Известия ТСХА. — 1979. — Вып. 4. — С. 11-17.
2. Елсуков М.П., Рогов М.С. Повторные посевы кормовых культур — Вестник сельскохозяйственной науки. — Москва: Колос, 1960. — С. 41-44.
3. Левин Ф.И. Окультуривание подзолистых почв. — Москва: Колос, 1972. — С. 5-98.
4. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. — Москва: Россельхозиздат, 1980. — 132 с.
5. Рюбензам Э, Рауэ К. Земледелие — Москва: Колос, 1969. — 195 с.