

КОРНЕВЫЕ И ПОЖНИВНЫЕ ОСТАТКИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ КАК РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ

*А.Ч. Скируха, Л.Н. Грибанов, А.А. Усеня, кандидаты с.-х. наук,
РГУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 1.03.2017)*

Рецензент: доктор с.-х. наук Л.А. Булавин

***Аннотация.** Послеуборочные остатки культурных растений являются важным источником пополнения органического вещества в почве. В результате проведенных исследований установлено, что масса корневых и пожнивных растительных остатков и содержание в них основных элементов питания в большой степени зависят от видового состава культур, возделываемых в севооборотах. Среди изучаемых полевых культур наибольшее количество органической массы в виде корневых и пожнивных остатков и содержащихся в них элементов питания (NPK) оставляли после себя многолетние травы. Ее количество зависело от видового состава и режима использования трав в севообороте.*

Введение. Важнейшей задачей земледелия является проблема сохранения и повышения плодородия почв. В современном земледелии особую актуальность приобретает поддержание на оптимальном уровне баланса органического вещества. Ранее, на протяжении более четырех десятилетий, на пахотных почвах его достигали за счет широкого использования торфа на удобрение. В среднем по республике на 1 га вносилось по 12 – 14 тонн навоза, в основном на торфяной подстилке. В последние годы (2007 – 2016 гг.) его вносилось на 1 га пахотных земель по 7,5 – 10,3 т. В результате обозначился отрицательный баланс гумуса в почве, средневзвешенное содержание которого в пахотном слое снизилось с 2,28 до 2,23 % [1].

В условиях недостаточного применения органических удобрений возрастает роль самих растений, рациональной структуры посевных площадей и системы севооборотов в регулировании баланса органического вещества в почве за счет накопления в ней растительных корневых и пожнивных остатков. В современном земледелии на их долю приходится 60 – 65% от всех источников органического вещества. Роль сельскохозяйственных культур в поддержании баланса органического вещества в почве усиливается в условиях специализации и концентрации сельскохозяйственного производства. Создание крупных животноводческих ферм и комплексов усиливает неравномерное распределение навоза по территории, способствует сосредоточению его в больших количествах вблизи ферм. Полученный при этом жидкий и полужидкий навоз в связи с бесподстилочным содержанием скота снижает свое значение как органическое удобрение. В таких условиях регулирование баланса органического вещества в

почве за счет рационального сочетания культур в севообороте имеет особенно большое значение. Специализация земледелия требует сосредоточения однотипных культур в севооборотах. Насыщение их культурами с маломощными корневыми системами снижает возможности поступления органического вещества в почву за счет растительных остатков. Поэтому в условиях специализированного земледелия при ограниченном наборе культур возрастает необходимость изыскания возможного эффективного сочетания их в севооборотах без снижения агрономической ценности их как предшественников. Такая информация необходима также в связи с внедрением контурно-экологических севооборотов применительно к ландшафтному земледелию. Подбор культур для каждого поля в соответствии со свойствами почвы должен осуществляться не только в расчете на получение максимальной продуктивности, но также с учетом влияния их на плодородие почвы [2].

Сельскохозяйственные растения потребляют из почвы и отчуждают с урожаем большое количество азота и зольных элементов. Часть потребленных веществ возвращаются в почву вместе с корневыми и пожнивными остатками. Последние представляют большую ценность как источник пополнения питательных веществ в почве. Отчуждение питательных элементов с урожаем и возврат их в почву с растительными остатками занимают важное место в биологическом круговороте веществ, изучение которого имеет большое значение для совершенствования и разработки наиболее эффективных систем земледелия. Биологический круговорот элементов в системе «почва-растение-почва», или малый биологический круговорот в агрономической науке считается ведущим звеном почвообразовательного процесса. Д.Н.Прянишников определял задачи агрохимии как изучение круговорота веществ в земледелии и выявление мер воздействия на него с целью повышения урожая и его качества [3]. Знание количественных величин накопления органической массы за счет корневых и пожнивных остатков и заключенных в них питательных элементов, а также вынос этих элементов урожаем имеют большое практическое значение для обоснования мероприятий, связанных с повышением плодородия почвы, эффективным использованием удобрений, разработкой структуры посевных площадей в севооборотах, размещения культур по предшественникам и других элементов системы земледелия.

Условия и методика проведения исследований. Исследования проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемом с глубины 90 – 120 см мореным суглинком с прослойкой песка на контакте на глубине 70 – 90 см. Пахотный слой почвы перед закладкой опыта характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,48 – 2,57%, азота – 0,117%, подвижных форм фосфора – 278 – 290 мг/кг, калия – 254 – 261 мг/кг, pH – 5,7 – 6,1, гидролитическая кислотность – 2,27 мг-экв./кг почвы, сумма поглощенных оснований – 74,4 мг-экв./кг.

Исследования проводили в 3 – 8-польных севооборотах, в которых все поля развернуты в пространстве и во времени, что дало возможность получить

данные ежегодно по всем культурам, включенных в севооборот. Учетная площадь делянки 45 м², повторность трехкратная. Все севообороты изучали на фоне 11,2 т подстилочного навоза на 1 га пашни. Минеральные удобрения вносили с учетом биологических особенностей культур и в соответствии с рекомендациями по применению удобрений. Под все культуры в изучаемых севооборотах использовали химические средства защиты от сорняков, болезней и вредителей согласно рекомендациям.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в 2015 – 2016 гг. наибольшее количество органической массы за счет растительных остатков, оставляемых после уборки, поступало в почву в севооборотах с многолетними бобовыми и бобово-злаковыми травами. Так, самые высокие сборы сухого вещества в урожае (таблица 1) обеспечили многолетние травы (115,3 – 127,4 ц/га). Зерновые и однолетние культуры, возделываемые на зеленую массу, по выходу сухого вещества как при учете только основной, так и всей продукции заметно уступали многолетним травам – 35,8 – 57,2 ц/га.

Наибольшая масса пожнивных остатков была после многолетних трав (13,7 – 20,4 ц/га сухого вещества). Значительное их количество отмечалось также после зерновых культур (7,1 – 12,3 ц/га), несколько меньше – после пропашных, однолетних и озимых, возделываемых на зеленую массу (6,1 – 8,7 ц/га). Масса корневых остатков в пахотном слое (0 – 20 см) также была наибольшей у многолетних трав (35,6 – 74,1 ц/га) и зависела, прежде всего, от видового состава и продолжительности их использования в севооборотах. Количество корневых остатков многолетних трав в почве возрастало с увеличением продолжительности их использования, однако ежегодный прирост массы корней был неодинаковым. По нашим данным, количество корневых остатков клеверо-злаковой травосмеси к концу 2-го года пользования увеличилось на 18,3 ц/га или на 32,8 % по сравнению с 1-ым годом. За 3-й и 4-й год пользования прирост существенно снизился и составил в сравнении со 2-ым годом 14,5 и 12,1% соответственно.

Количество корневых остатков у зерновых культур было меньше, чем у многолетних трав, и составило (16,3 – 21,4 ц/га). Наименьшее количество корневой массы оставляли после себя горохо-овсяная смесь и озимая рожь, возделываемые на зеленый корм (11,1 – 13,6 ц/га). В сумме однолетние травы и промежуточные культуры обеспечили поступление в почву корневых остатков близкое к клеверу 1 г.п. (60,1 ц/га).

Корневые и пожнивные остатки занимают значительную часть общей биомассы растений. Так, у многолетних трав и поукосной редьки масличной на долю корней и пожнивных остатков приходится 29,0 – 43,6 % всей биомассы. Низкий этот показатель у картофеля и кукурузы (12,5 – 17,8 %). Среднее положение занимают зерновые культуры, а также промежуточная озимая рожь и горохо-овсяная смесь, возделываемые на зеленую массу (23,0 – 31,2 %).

Соотношение между растительными остатками и отчуждаемым урожаем зависело, прежде всего, от вида культуры, а по группе многолетних трав и от

Таблица 1 – Накопление биомассы полевыми культурами в центнерах сухого вещества с 1 гектара

Культура	Растительные остатки			Отчуждаемый урожай		Общая биомасса	Доля растительных остатков, %	
	пожнив-ные	корневые	всего	вся продукция	основная продукция		к общей биомассе	к отчуждаемому урожаю
Клевер	15,2	35,6	50,8	127,4	127,4	175	29,0	40,0
Клевер + тимopheевка 1 г.п.	15,9	37,4	53,3	120,3	120,3	173	30,8	44,3
Клевер + тимopheевка 2 г.п.	14,5	55,7	70,2	120,3	120,3	190	36,9	58,3
Клевер + злаки 3 г.п.	13,9	65,1	79,0	122,2	122,2	201	39,3	64,4
Клевер + злаки 4 г.п.	13,8	74,1	87,9	115,3	115,3	203	43,3	76,2
Люцерна + клевер 1-4 г.п.	20,4	58,4	78,8	124,4	124,4	203	38,8	63,3
Озимая рожь	11,5	18,7	30,2	101,2	46,6	131	23,0	29,8
Озимая пшеница	12,3	19,8	32,1	102,4	49,2	134	23,9	31,3
Озимое тритикале	10,8	21,4	32,2	99,5	46,8	132	24,4	32,4
Яровая пшеница	7,1	20,0	27,1	68,9	33,1	96	28,2	39,3
Ячмень	10,7	17,8	28,5	62,9	31,6	91	31,2	45,3
Овес	9,1	16,3	25,4	64,1	30,8	89	28,4	39,6
Озимая рожь на зеленую массу	8,7	13,6	22,3	56,4	56,4	79	28,3	39,5
Горох-овес на зеленую массу	7,5	11,1	18,6	48,7	48,7	67	27,6	38,2
Редька масличная поукосно	6,1	13,1	19,2	24,8	24,8	44	43,6	77,4
Сумма	22,3	37,8	60,1	129,9	129,9	190	31,6	46,3
Картофель	3,3	6,9	10,2	71,6	61,4	82	12,5	14,2
Кукуруза на зеленую массу	6,1	17,2	23,3	107,5	107,5	131	17,8	21,7

продолжительности использования в севообороте. Высоким удельным весом растительных остатков по отношению к биомассе отчуждаемой части урожая характеризовались многолетние травы (40,0 – 76,2 %), причем этот показатель возрастал с увеличением продолжительности использования трав. У зерновых культур, однолетней горохо-овсяной смеси, промежуточной озимой ржи на зеленый корм растительные остатки составляли в среднем 29,8 – 45,3 % от биомассы урожая. Самым низким этот показатель оказался у картофеля (14,2 %) и кукурузы (21,7 %.)

Влияние корневых и пожнивных остатков на плодородие почвы определяется не только их количеством, но и химическим составом, а также содержанием в них питательных элементов. С пожнивными и корневыми остатками в почву поступает значительное количество усвоенных растениями питательных

элементов, которые, как показывают приведенные данные (таблица 2), могут иметь существенное значение в питании растений.

Необходимо отметить общую закономерность в содержании NPK по отдельным культурам. Послеуборочные остатки различных по биологическим особенностям растений имеют неодинаковый химический состав. Из полевых культур особого внимания заслуживают многолетние травы: клевер и бобово-злаковые травосмеси, послеуборочные остатки которых наиболее богаты питательными веществами, особенно азотом. Растительные остатки однолетних полевых культур беднее, чем многолетних трав.

Таблица 2 – Содержание основных элементов питания в растительных остатках полевых культур

Культура	Содержание в абсолютно сухом веществе, %						Остается в почве с расти тельными остатками, кг/га		
	в пожнивных остатках			в корнях					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Клевер	1,94	0,70	3,08	1,99	0,74	1,04	100,3	36,9	83,8
Клевер + тимopheевка 1 г.п.	1,34	0,60	1,98	1,46	0,65	0,90	75,9	33,8	65,2
Клевер + тимopheевка 2 г.п.	1,06	0,58	1,40	1,19	0,60	0,84	80,8	41,4	66,0
Клевер + злаки 3 г.п.	1,21	0,52	1,19	1,30	0,56	0,67	101,4	43,7	60,1
Клевер + злаки 4 г.п.	1,16	0,50	1,06	1,21	0,51	0,60	106,4	45,0	59,4
Озимая рожь	0,74	0,39	1,34	1,01	0,46	0,40	27,4	13,1	22,9
Озимая пшеница	0,83	0,40	1,36	1,03	0,46	0,45	30,6	14,0	25,6
Ячмень	0,83	0,36	1,42	1,06	0,41	0,44	27,8	11,2	23,0
Овес	0,96	0,40	1,33	1,05	0,45	0,38	25,8	11,0	18,3
Озимая рожь на зеленую массу	1,05	0,38	1,37	1,14	0,33	0,47	24,6	7,8	18,3
Горох-овес на зеленую массу	1,30	0,19	1,21	1,40	0,23	0,74	25,3	4,0	17,3
Редька масличная поукосно	1,77	0,62	3,63	1,11	0,63	0,72	25,3	12,0	31,6
Картофель	1,25	0,30	1,53	1,32	0,38	0,52	13,2	3,6	8,6
Кукуруза	0,75	0,22	2,60	0,93	0,29	1,09	20,6	6,3	34,6
Корнеплоды	1,75	0,59	4,40	1,49	0,52	0,83	12,8	4,39	17,7

Из полученных данных видно, что содержание азота в корнях клевера и клеверо-злаковых травосмесей находилось в пределах 1,21 – 1,99 %. Из однолетних культур более высоким содержанием азота характеризовались корни гороховяной смеси, возделываемой на зеленую массу (1,40 %), а также картофеля и корнеплодов (1,32 – 1,49 %). Несколько ниже содержание азота было в корнях выращиваемых на зеленую массу озимой ржи и поукосной редьки масличной (1,11 – 1,14 %). Еще более низким содержанием азота отличались корни зерновых культур и кукурузы – 0,93 – 1,06%. Подобная закономерность по этим куль-

турам наблюдалась и в содержании азота в пожнивных остатках. Лишь стерня поукосной редьки масличной имела более высокую концентрацию азота, сравнимой с уровнем многолетних трав – 1,77 %. В целом по всем культурам следует заметить, что пожнивные остатки беднее азотом, чем корни.

Наибольшим содержанием фосфора как в корнях (0,51 – 0,74 %), так и в пожнивных остатках (0,50 – 0,70 %) также выделялись многолетние травы и редька масличная. Среди пропашных культур по содержанию фосфора в корнях и послеуборочных остатках выделились корнеплоды – 0,52 и 0,59 % соответственно. Несколько меньше фосфора содержалось в растительных остатках зерновых колосовых (соответственно 0,41 – 0,46 % и 0,36 – 0,40 %) и корнях картофеля (0,38 %). Самым низким содержанием этого элемента характеризовались послеуборочные остатки горохо-овсяной смеси и кукурузы, возделываемых на зеленую массу, а также послеуборочные остатки картофеля, в которых содержалось фосфора в 2 – 3,5 раза меньше, чем у клевера.

Содержание калия наиболее высоким было в растительных остатках многолетних трав и редьки масличной (1,06 – 3,63% в стерне и 0,60 – 1,04 % в корнях). Достаточно высоким содержанием этого элемента характеризовались стерневые и корневые остатки кукурузы (2,60 % и 1,09 %), а также послеуборочные остатки картофеля (1,53 %). Несколько меньше содержалось калия в стерне зерновых колосовых и горохо-овсяной смеси, возделываемой на зеленую массу (1,21 – 1,42 %). Вдвое меньше, чем у многолетних бобовых и бобово-злаковых трав, содержалось калия в корнях зерновых культур и картофеля. Общей закономерностью для всех растений по содержанию калия является более высокая концентрация его в пожнивных остатках, чем в корнях. По содержанию фосфора в большинстве случаев отмечалась обратная закономерность, в корнях его содержится больше, чем в пожнивных остатках.

Химический состав растительных остатков не остается постоянным, он изменяется в процессе онтогенеза и тесно связан с возрастом растений. Согласно нашим данным, содержание азота и зольных элементов в корнях клеверо-злаковой смеси 1 года снижалось с 1,47 % до 1,21 % в клеверо-злаковой смеси 4 года пользования. Такая же закономерность наблюдается и по содержанию фосфора и калия.

Количество азота и минеральных питательных веществ, оставляемых в почве различными сельскохозяйственными культурами, зависит от массы поступающих в нее растительных остатков и содержания в них элементов питания. Как показали наши исследования, наибольшее количество азота оставляли после себя многолетние травы (75,9 – 106,4 кг/га). С растительными остатками зерновых и однолетних культур, возделываемых на зеленую массу, азота поступало в почву в 2,5 – 4 раза меньше, чем от многолетних трав, а от пропашных культур меньше в 4 – 7 раз.

По количеству фосфора и калия в растительных остатках также выделялись многолетние травы. Эти культуры оставляли после себя 33,8 – 45,0 кг/га фосфора и 59,4 – 83,8 кг/га калия. В корневых и пожнивных остатках всех других культур количество фосфора находилось в пределах 3,6–14,0 кг/га и калия – 8,6 – 34,6 кг/га.

Заключение

Послеуборочные остатки культурных растений являются важным источником пополнения органического вещества в почве. Без каких-либо производственных затрат они являются существенным резервом воспроизводства плодородия пахотных земель. Установлено, что масса корневых и пожнивных растительных остатков и содержание в них основных элементов питания в большой степени зависит от видового состава культурных растений. Среди изучаемых полевых культур наибольшее количество органической массы в виде корневых и пожнивных остатков и содержащихся в них элементов питания (NPK) оставляли после себя многолетние травы. В этой группе культур количество растительных остатков и запасы питательных веществ зависели от видового состава и режима использования трав в севообороте. При использовании клеверо-злаковой смеси от 1 до 4 лет масса корней в пахотном слое возрастает. Однако количество растительных остатков и содержащихся в них элементов питания, запахиваемых в почву, что имеет решающее значение в воспроизводстве плодородия, было наибольшим при использовании клевера одногодичного пользования и клеверо-злаковой смеси, используемой не более 2 лет. Ежегодно в изучаемых севооборотах с 1 га площади при одногодичном использовании клевера в почву запахивалось 50,8 ц абсолютно сухих корневых и пожнивных остатков, при двух годичном использовании клеверо-злаковой смеси – 34,7 ц, а при четырехгодичном – 22,1 ц. За счет однолетних культур (однолетние травы, промежуточные, зерновые, пропашные) поступало от 10,2 до 32 ц/га растительных остатков. Аналогичная зависимость наблюдалась между культурами и по количеству оставляемых в почве элементов питания.

Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет РБ, 2016. – 230 с.
2. Никончик, П.И. Оптимизация структуры посевных площадей, организация и ведение контурных почвенно-экологических севооборотов в условиях специализации сельского хозяйства: методические рекомендации / П.И. Никончик, А.Ч. Скируха, А.А. Усенья [и др.]. – Минск, 2011. – 68 с.
3. Пряхинишиков Д.Н. Агрохимия. – Москва: Сельхозиздат, 1934. – 399 с.

ROOT AND STUBBLE RESIDUES OF FIELD CROPS IN CROP ROTATIONS AS A RESERVE OF CONTENT INCREASE OF BASIC MINERAL NUTRIENTS IN SOIL

A.Ch. Skirukha, L.N. Gribanov, A.A. Usenya

Stubble residues of cultivated plants are an important source of organic matter replenishment of soil. As a result of the conducted studies, it was established that the weight of root and stubble plant residues and the content of basic nutrients in them largely depends on the species composition of crops cultivated in crop rotations. Among the studied field crops, perennial grasses left the largest amount of organic matter in the form of root and stubble residues with the highest content of nutrients in them. The amount of residues depended on the species composition and the mode of grasses use in the crop rotation.