

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНаВОДСТВА

УДК 633: 631.86

П. И. НИКОНЧИК

РОЛЬ ОСНОВНЫХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В НАКОПЛЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ

*Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Жодино, Республика Беларусь,
e-mail: izis@tut.by*

(Поступила в редакцию 05.09.2013)

Важнейшими показателями плодородия почвы являются содержание гумуса и доступных питательных веществ. До недавнего времени в республике баланс органического вещества и содержание гумуса поддерживались за счет широкого применения торфа на удобрение: в 1970–1980 гг. доля его по сухому веществу составляла более 50 % от всех органических удобрений. В последние годы в связи с резким уменьшением использования торфа заготовки и применение органических удобрений резко сократились: в 1986–1990 гг. на 1 га пашни их было внесено 14,4 т, в 1991–1995 гг. – 11,6, в 1996–2000 гг. – 8,1, в 2000–2006 гг. – 6,5, в 2008–2010 гг. – 8,7 т. Это привело к наметившемуся в среднем по республике снижению содержания гумуса в пахотных почвах: в 2003–2006 гг. – 2,25 %, в 2007–2010 гг. – 2,23 % [1].

В условиях уменьшения применения органических удобрений возрастает роль растений и рациональной структуры посевных площадей в севооборотах в регулировании баланса органического вещества в почве. Знание количественных величин накопления органической массы за счет корневых и пожнивных остатков и заключенных в них питательных элементов, а также выноса этих элементов с урожаем имеет большое практическое значение для обоснования мероприятий, связанных с повышением плодородия почвы, эффективным использованием удобрений, структурой посевных площадей в севооборотах, размещением культур по предшественникам и другими элементами системы земледелия.

Роль сельскохозяйственных культур в поддержании баланса органического вещества в почве возрастает в условиях специализации и концентрации сельскохозяйственного производства. Создание крупных ферм и комплексов усиливает неравномерное распределение навоза по территории, способствует сосредоточению его в больших количествах вблизи ферм. Получаемый 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 севооборотах имеет особенно большое значение. Согласно литературным данным по влиянию на пополнение почвы гумусом, корневые и пожнивные остатки равноценны навозу [2].

С другой стороны, 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 возрастает необходимость знания особенностей каждой культуры в накоплении органической массы в виде корневых и пожнивных остатков.

В сельскохозяйственной литературе имеется много сведений о массе основной и побочной продукции культурных растений, но очень мало данных об их общей биомассе, включая надземные и корневые части растения, остающиеся в почве после уборки культур.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в 1980–2010 гг. в стационарном опыте лаборатории севооборотов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в экспериментальной базе «Жодино» Смолевичского района Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемом с глубины 50–70 см моренным суглинком. Пахотный слой характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,44 %, общего азота – 0,126 %, P_2O_5 – 240 мг/кг, K_2O – 220 мг/кг почвы, pH_{KCl} 6,4. В опыте изучали культуры с размещением их в севооборотах со следующим чередованием:

севооборот I: 1 – однолетние бобовые культуры, 2 – озимые, 3 – пропашные, 4 – ячмень + клевер, 5 – клевер, 6 – озимые, 7 – пропашные, 8 – яровые зерновые, 9 – люцерна (выводное поле);

севооборот II: 1 – однолетние бобовые культуры, 2 – озимые, 3 – пропашные, 4 – ячмень, 5 – клевер с тимофеевкой, 6 – клевер с тимофеевкой 1-го г.п., клевер с тимофеевкой 2-го г.п., 7 – озимые, 8 – овес.

В севооборотах вносили подстилочный навоз в дозе 11,2 т га на 1 га пашни (по 45 т/га дважды за 8-летнюю ротацию). Минеральные удобрения применяли в следующих дозах: фон I – $N_{80}P_{60}K_{100}$, фон Ia – $P_{60}K_{100}$, фон II – $N_{120}P_{90}K_{150}$, фон IIa – $P_{90}K_{150}$.

Результаты и их обсуждение. При установлении роли растений в плодородии почвы важно знать общую биомассу растений, а также массу корневых и пожнивных остатков, поступающих в почву, запасы аккумулированных в биомассе основных элементов питания и долю возврата их в почву при возделывании основных полевых культур: зерновых, зернобобовых, однолетних и многолетних трав, пропашных. Результаты учета биомассы растений, проведенного в наших опытах на экспериментальной базе «Жодино», показали большие различия между культурами как по количеству биомассы урожая, так и по количеству корневых и пожнивных остатков (таблица).

Из кормовых культур на зеленую массу наибольший сбор сухого вещества дали клевер, кукуруза, клеверо-тимофеечная смесь, люцерна и подсолнечник (101,0–116,2 ц/га). Однолетние бобовые травы значительно менее продуктивны, чем многолетние (55,0–58,8 ц/га). Высокие выходы отчуждаемой надземной массы основной продукции обеспечили также сахарная и кормовая свекла и картофель (80,3–119,9 ц/га). Несколько менее урожайными были брюква и морковь (63,9–69,5 ц/га). Зерновые культуры по выходу сухого вещества за счет основной продукции намного уступали пропашным и кормовым культурам сплошного посева (38,8–50,5 ц/га). Самый низкий сбор сухого вещества дали гречиха и зернобобовые культуры (12,1–33,4 ц/га). При учете не только основной, но и побочной продукции самый высокий сбор сухого вещества обеспечила сахарная и кормовая свекла (151,1–159,0 ц/га). Высокий выход сухого вещества дали также другие корнеплодные культуры и картофель (86,3–109,5 ц/га). Намного увеличили его зерновые культуры (80,7–100,6 ц/га).

Наибольшая масса пожнивных остатков была после клеверо-тимофеечной смеси, клевера, люцерны и кормового люпина (13,1–16,9 ц/га). Значительное количество их обнаружено также после зерновых культур (9,47–13,0 ц/га), меньше – после пропашных и зернобобовых культур, за исключением люпина (2,96–5,10 ц/га).

Наибольшую массу корней в пахотном слое (0–20 см) оставляли люцерна, клеверо-тимофеечная смесь и клевер (44,7–55,0 ц/га). Значительное количество корней было также у зерновых культур и кукурузы (20,1–26,8 ц/га). Несколько меньше их оказалось у гороха, вики, пелюшки, кормового люпина, гречихи и подсолнечника (12,9–20,0 ц/га). Наименьшее количество корневой массы оставляли после себя пропашные корнеплодные культуры и картофель (4,74–7,46 ц/га).

Наши данные о накоплении растительных остатков по абсолютным величинам отличаются от тех, которые имеются в литературе [3–8], однако расположение культур относительно друг друга близко к тому, которое можно составить по литературным источникам. Так, по обобщенным данным многолетние травы оставляли после себя в пахотном слое 45–70 ц/га абсолютно

**Биомасса урожая и растительных остатков основных полевых культур, среднее за 1980–2010 гг.,
ц/га сухого вещества**

Культура	Фон*	Урожайность, ц/га	Сухое вещество, ц/га							
			Общая биомасса	Отчуждаемый урожай		Растительные остатки			Отношение растительных остатков, %	
				основная продукция	вся продукция	пожнивные	корни	всего	к общей биомассе	к отчуждаемому урожаю
<i>Зерновые и зернобобовые культуры</i>										
Озимая рожь	I	56,2	148,9	48,3	100,6	13,0	25,9	38,9	26,1	38,7
Озимая пшеница	I	58,7	146,5	50,5	96,0	12,8	25,4	38,4	26,2	40,0
Яровая пшеница	I	52,5	131,1	45,1	86,0	10,6	25,3	35,9	27,6	41,7
Ячмень	I	51,5	128,5	44,3	84,2	9,93	23,5	33,4	26,0	39,7
Овес	I	45,1	119,5	38,8	80,7	11,4	26,8	38,2	32,9	47,3
Гречиха	I	15,6	84,4	12,1	55,3	9,47	16,1	25,6	31,6	46,3
Горох	I	34,6	89,3	29,8	68,8	5,06	15,4	20,5	22,9	29,8
Люпин кормовой	Ia	38,8	101,2	33,4	66,1	16,4	18,7	35,1	34,7	53,1
<i>Культуры на зеленую массу</i>										
Люпин кормовой	Ia	440	87,1	55,0	55,0	12,1	20,0	32,1	36,8	58,4
Вика яровая	I	318	80,9	58,8	58,8	8,6	13,5	22,1	27,3	37,6
Пелюшка	I	315	79,3	58,3	58,3	8,4	12,9	21,0	26,5	36,0
Кукуруза	I	550	140,4	112,7	112,7	7,9	19,8	27,7	19,7	24,6
Кукуруза	II	578	144,4	116,2	116,2	8,1	20,1	28,2	19,5	24,3
Подсолнечник	I	526	129,8	106,2	106,2	9,7	13,9	23,6	18,2	22,2
Подсолнечник	II	544	133,3	108,8	108,8	10,2	14,3	24,5	17,8	18,4
Клевер 1-го г.п.	IIa	576	173,0	115,2	115,2	13,1	44,7	57,8	33,1	50,2
Клевер + тимopheев- ка 2-го г.п.	II	457	169,6	101,0	101,0	16,9	51,6	68,5	38,3	62,3
Люцерна 4-го г.п.	IIa	484	176,1	108,0	108,0	13,1	55,0	68,1	38,7	63,0
<i>Корнеклубнеплоды</i>										
Кормовая свекла	I	668	148,0	95,2	139,7	3,13	5,13	8,26	5,6	5,9
Кормовая свекла	II	721	159,6	103,1	151,1	3,98	5,25	8,53	5,3	5,6
Сахарная свекла	I	440	166,4	110,2	155,9	4,15	6,12	10,5	6,3	6,7
Сахарная свекла	II	475	171,3	119,9	160,7	4,69	6,61	10,6	6,2	6,6
Брюква	I	503	110,3	59,7	98,5	4,68	7,10	11,8	10,7	12,0
Брюква	II	567	121,8	69,5	109,5	5,10	7,21	12,3	10,1	11,2
Морковь	I	498	90,2	59,2	82,5	2,96	4,74	7,7	8,5	10,3
Морковь	II	551	94,2	63,9	86,3	3,08	4,82	7,9	8,4	9,1
Картофель	I	330	103,4	73,1	92,6	3,62	7,22	10,8	10,4	11,7
Картофель	II	358	111,6	80,3	100,2	3,96	7,46	11,4	10,2	11,4

*Фон I – N₈₀P₆₀K₁₀₀, фон Ia – P₆₀K₁₀₀, фон II – N₁₂₀P₉₀K₁₅₀, фон IIa – P₉₀K₁₅₀.

сухих корневых и пожнивных остатков, кукуруза на силос – 25–40, однолетние бобовые культуры – 10–45, зерновые колосовые – 20–35, корнеплодные культуры и картофель – 5–20 ц/га.

Как наши исследования, так и имеющиеся литературные данные свидетельствуют о том, что культурные растения поставляют в почву в виде корней и пожнивных остатков большую массу органического вещества: у многих сельскохозяйственных культур она занимает значительную часть общей биомассы растений. Так, у зерновых, зернобобовых, однолетних и многолетних трав на долю корней и поверхностных остатков приходится 26,0–38,7 % всей биомассы, подсолнечника, кукурузы – 17,8–19,7 %, значительно ниже этот показатель у корнеплодных культур и картофеля (5,3–10,7 %).

Увеличение количества корневой массы растений имеет большое значение для повышения плодородия почвы. В ряде работ отмечается положительное влияние удобрений на количество растительных остатков [4, 8]. По влиянию удобрений на пожнивные остатки в литературе

сложилось единое мнение: с ростом урожаев увеличивается и количество пожнивных остатков. По влиянию удобрений на корни данные разноречивы. В. И. Шемпель, Н. П. Кукреш отмечали, что удобрения повышали не только урожай надземной массы, но и увеличивали массу корней [8]. Н. З. Станков, проводя исследования на многолетних травах, пришел к выводу, что удобрения увеличивают урожай, но не увеличивают массу корней [7].

По данным М. И. Ярошевича, проводившего исследования с ячменем, клевером и льном в Беларуси, применение удобрений увеличивало количество растительных остатков по сравнению с неудобренными вариантами [2]. Различий же между вариантами с разными дозами удобрений не отмечено. На тесную связь количества растительных остатков с величиной урожая указывают другие исследователи: чем выше урожай, тем больше масса корней и поверхностных остатков. Однако соотношение между весом растительных остатков и надземной частью урожая не являлось постоянным и изменялось в зависимости от величины урожая. Установлено, что с ростом урожаев это соотношение уменьшалось, рост корней отставал от роста урожая [4].

В наших исследованиях увеличение дозы удобрений под силосные культуры, корнеплоды и картофель более заметно повысило количество поверхностных остатков и незначительно увеличило массу корней, что можно объяснить небольшим повышением урожая от увеличения фона удобрений. Однако и при этих небольших приростах органической массы видно, что урожай надземной части растений увеличивался в большей степени, чем масса корней, значит доля растительных остатков в общей биомассе несколько уменьшалась. Уменьшался также процент растительных остатков по отношению к отчуждаемой части урожая. Следует, однако, отметить, что соотношение между растительными остатками и отчуждаемым урожаем в большей степени зависело от вида культуры, чем от фона удобрений. Если в первом случае максимальное и минимальное значения различались в 9,9 раза, то во втором – только на 11 %. Наибольшим удельным весом растительных остатков по отношению к биомассе отчуждаемой части урожая характеризовались клеверо-тимофеечная смесь и люцерна – 62,3–63,0 %, клевера, люпина – 50,2–58,4. У зерновых культур – 38,7–47,3, вики, пелюшки – 36,0–37,6, кукурузы, подсолнечника – 24,6 %. Наименьший удельный вес растительных остатков к биомассе урожая отмечен у корнеплодных культур и картофеля – 5,6–12,0 %.

У одной и той же культуры соотношение между массой корней и надземной частью растения может существенно изменяться только при больших изменениях урожайности, как это имеет место при выращивании культур без удобрений и с их применением. В наших опытах такие изменения наблюдались на контроле и удобренных фонах, когда урожаи различались в 1,5–2,0 раза. Аналогичные результаты получены в исследованиях Ф. И. Левина [4], М. И. Ярошевича [2] и др.

В настоящее время вопросу накопления в почве растительных остатков не придается должного значения. При определении норм внесения органических удобрений и разработке мероприятий по повышению плодородия почвы данный источник органического вещества в практике не принимается в расчет из-за сложности и трудоемкости учета растительных остатков, особенно корневых.

Анализ результатов наших исследований свидетельствует о том, что показатель соотношения массы растительных остатков с хозяйственно отчуждаемой частью урожая может быть использован для ориентировочных расчетов накопления в почве растительных остатков. По многим полевым культурам до настоящего времени подобные экспериментальные данные отсутствовали.

На возможность ориентировочных расчетов о накоплении в почве растительных остатков по соотношению массы остатков с урожаем указывали также В. И. Шемпель и Н. П. Кукреш [8], М. И. Ярошевич [2], С. А. Воробьев [9], А. М. Лыков [10].

В соответствии со структурой посевных площадей и исходя из наших и литературных данных о количестве корневых и пожнивных остатков, мы попытались определить долю растительных остатков в восполнении органического вещества в почве, в производстве в условиях республики.

Расчеты показали, что за счет корней и поверхностных остатков в 2010–2013 гг. в почву ежегодно поступало по 2,49 т/га абсолютно сухой органической массы. За эти же годы в среднем на 1 га пашни внесено по 9,2 т органических удобрений в физическом весе, а всего 47029 тыс. т, что составило по 1,58 т/га сухого вещества. Всего с растительными остатками и органическими удобрениями в почву поступило 4,07 т/га сухой органической массы. Следовательно, растительные остатки в общем количестве поступившего в почву свежего органического вещества составили 61,2 %, а от количества внесенного с органическими удобрениями – 158 %. Значит, корневым и пожнивным остаткам принадлежит большая роль в восполнении органического вещества в почве.

Расчеты показали, что за счет накопления растительных остатков и рационального использования соломы для заготовки органических удобрений пополнение свежего органического вещества в почве в таких размерах, как это имело место в последние годы, может быть обеспечено даже при полном исключении торфа из баланса органических удобрений.

В среднем за 2010–2013 гг. на всю площадь пашни по Беларуси было внесено 47,0 млн т органических удобрений, что составило 8113 тыс. т абсолютно сухой массы. Каждый год в почву поступало 12780 тыс. т растительных остатков. Всего, таким образом, за счет органических удобрений и растительных остатков ежегодно поступало 20893 тыс. т свежего органического вещества. На долю растительных остатков приходилось 61,2 %, органических удобрений – 38,8 %.

В ближайшей перспективе важнейшим источником пополнения органического вещества почвы должна стать солома для приготовления органических удобрений. Используя для этих целей солому озимых зерновых и малоценную для животноводства солому других сельскохозяйственных культур, в почву можно внести 6088 тыс. т органического вещества. Существенным резервом является совершенствование структуры и упорядочение применения (сокращение продолжительности использования) многолетних трав в севооборотах, а также более широкое применение промежуточных культур. За счет данных источников количество органического вещества в виде растительных остатков может быть увеличено примерно на 2607 тыс. т. Более чем на 1968 тыс. т можно ожидать увеличения растительных остатков также от повышения урожайности всех возделываемых культур. Примерно 5532 тыс. т органического вещества поступит в почву за счет экскрементов животных. Таким образом, за счет всех названных источников (без применения торфа) поступление органического вещества в почву в перспективе может быть доведено до 28642 тыс. т. Такого поступления в почву органического вещества достаточно для поддержания бездефицитного баланса гумуса. Доля растительных остатков в этом поступлении составит 60,5 %.

Выводы

1. Растительные остатки (корневые, пожнивные) сельскохозяйственных культур являются важным резервом пополнения органического вещества в почве. По их накоплению между культурами наблюдаются большие различия (в 7–9 раз). По количеству абсолютно сухой массы культуры в убывающей степени расположились в следующий ряд: многолетние бобовые и бобово-злаковые травы (клевер, клевер + тимофеевка, люцерна) – 57,8–68,5 ц/га; зерновые колосовые, люпин – 32,1–38,9 ц/га; кукуруза – 27,7–28,2 ц/га; однолетние бобовые (горох, вика), подсолнечник, гречиха – 20,5–25,6 ц/га; корнеплодные культуры, картофель – 7,7–11,4 ц/га.

2. Исходя из результатов опытов о накоплении растительных остатков различными полевыми культурами и анализа других источников поступления органического вещества в почву в условиях производства, определена возможная их количественная структура в современной земледелии республики. На долю растительных остатков возделываемых полевых культур приходится 12780 тыс. т (61,2 %), органических удобрений – 8113 тыс. т (38,8 %), что подтверждает важность оптимизации структуры посевных площадей в регулировании баланса органического вещества в почве.

3. В ближайшей перспективе важнейшим источником пополнения органического вещества в почве должно стать более рациональное использование соломы для приготовления в сочетании экскрементами животных высококачественных органических удобрений. За счет соломы

(6088 тыс. т сухого вещества) и экскрементов животных (5532 тыс. т сухого вещества) в почву в среднем за год поступит 11620 тыс. т органического вещества. Существенным резервом является увеличение накопления растительных остатков за счет совершенствования структуры посевных площадей, в особенности многолетних трав, и упорядочения режима их использования в севооборотах, а также применения промежуточных культур. За счет данных источников в почву дополнительно поступит 2607 тыс. т органического вещества. Более чем на 1968 тыс. т увеличения растительных остатков можно ожидать от повышения урожайности возделываемых культур. В сумме за счет всех источников, включая органические удобрения и растительные остатки, поступление органического вещества в почву может быть доведено до 28642 тыс. т, что вполне может обеспечить ведение земледелия при положительном и бездефицитном балансе гумуса.

Литература

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2007–2010) / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск, 2012. – С. 27–28.
2. Ярошевич, М. И. Количество и химический состав корневых и пожнивных остатков культур звена севооборота (ячмень, клевер, лен): дис. ... канд. с.-х. наук / М. И. Ярошевич. – Минск, 1973. – 189 л.
3. Продуктивность культур полевого севооборота / Н. П. Вострухин [и др.]. – Минск: Ураджай, 1990. – 200 с.
4. Левин, Ф. И. Окультуривание подзолистых почв / Ф. И. Левин. – М., 1972. – С. 55–98.
5. Лошаков, В. Г. Севооборот и плодородие почвы / В. Г. Лошаков. – М., 2012. – С. 206–207.
6. Накопление кормовых и пожнивных остатков в севообороте на дерново-подзолистых супесчаных почвах / А. Г. Майор [и др.] // Земледелие и растениеводство в БССР: сб. науч. тр. – 1989. – Вып. 33. – С. 81–85.
7. Станков, Н. З. Корневая система полевых культур / Н. З. Станков. – М., 1964. – 228 с.
8. Шемпель, В. И. Влияние удобрений на накопление зернобобовыми культурами корневых и пожнивных остатков / В. И. Шемпель, Н. П. Кукреш // Земледелие и растениеводство в БССР. – Т.12. – Минск, 1967. – С. 68–80.
9. Воробьев, С. А. Севообороты интенсивного земледелия / С. А. Воробьев. – М., 1979. – 368 с.
10. Лыков, А. М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне / А. М. Лыков. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 143 с.

P. I. NIKONCHIK

ROLE OF THE MAIN FIELD CROPS IN THE ACCUMULATION OF ORGANIC MATTER

Summary

The results of the long-standing researches (1980-2010) in the stationary experiment on the study of the role of different field crops of crop rotations in the accumulation of organic matter in soil are presented in the paper. The total plant biomass removed with yield (q/ha of dry matter) and remained in soil with roots and crop residues is determined. The share of plant residues (root, stubbles) as percentage of total plant biomass and of the removed yield is shown.