

УДК 631.582:631.452

СЕВООБОРОТ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ 30-ЛЕТНЕГО СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА

П.И. НИКОНЧИК

(Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино)

В статье изложены результаты 30-летнего стационарного опыта по изучению влияния различных типов и видов севооборотов на основные показатели плодородия почвы. Показана роль растений (зерновых, зернобобовых, многолетних и однолетних трав, пропашных) в воспроизводстве плодородия. Количественно отражена общая биомасса растений, отчуждаемая с урожаем и поступающая в почву в виде корневых и пожнивных остатков, а также запасы основных элементов питания, содержащихся в этих частях биомассы и доля возврата их в почву при возделывании культур в основных и промежуточных посевах (всего 30 видов). Эти же определения выполнены в различных видах севооборотов: зернотравнопропашном, зернотравяном, зернопропашном, пропашном. Представлен баланс гумуса в почве в названных видах севооборотов при навозно-минеральной и минеральной системах удобрений. Показано влияние заделки соломы и пожнивных культур при использовании на корм и зеленое удобрение на баланс гумуса в почве. Изложены расчеты возможных источников пополнения органического вещества в почве.

Ключевые слова: севооборот, плодородие почвы, пожнивные культуры, гумус, солома, многолетние травы.

CROP ROTATION AND SOIL FERTILITY IMPROVEMENT. RESULTS OF 30-YEAR LONG-TERM EXPERIMENT

P.I. NIKONCHIK

(Scientific and Practical Center of NAS of Belarus on agriculture)

The article presents the results of 30-year stationary experiment on the study of the effects of various types and kinds of crop rotations on main indicators of soil fertility. The role of plants (cereals, legumes, perennial and annual grasses, row crops) in the maintenance of soil fertility is shown. The total biomass of plants obtaining at harvest time and entering into soil as root and aftermath residues as well as the biomass of the reserves of basic nutrition elements containing in those parts of the biomass and the proportion of their return to soil at cultivation of plants in basic and interplanted crops (in all 30 species) are quantitatively reflected. The same definitions are suitable for different kinds of crop rotations: grain-grass-row, grain-grass, grain-row, and row. Balance of humus in soil in the above-mentioned crop rotations using manure and mineral fertilizing and only mineral fertilizing systems is presented. The effect of straw ploughing and postharvest crops used for fodder and green manure on the balance of humus in soil is shown. Calculations of possible sources of replenishment of organic matter in the soil in agriculture of Belarus are given.

Key words: crop rotation, soil fertility, crop culture, humus, straw, perennial grasses.

Общеизвестно, что плодородие почвы и его воспроизводство являются основой научного земледелия. С плодородием всегда связывали пригодность почвы для возделывания культурных растений, удовлетворения их потребности в земных факторах жизни: воде, питательных веществах и способности обеспечивать получение высокого урожая. Важнейшими показателями плодородия почвы являются содержание гумуса и доступных питательных веществ. До недавнего времени в Республике Беларусь баланс органического вещества и содержание гумуса поддерживались за счет широкого применения торфа для удобрения. В 1970-1980 гг. доля его по сухому веществу составляла более 50% от всех видов органических удобрений. В настоящее время в связи с резким уменьшением использования торфа заготовка и применение органических удобрений сократились с 80 до 40 млн т, а в пересчете на подстилочный навоз — с 60 до 30 млн т, или с 12 до 6 т на 1 га пашни. В этих условиях резко возрастает роль растений и структуры посевных площадей в севооборотах в регулировании баланса органического вещества.

Отчуждение питательных элементов с урожаем и возврат их в почву с растительными остатками занимает важное место в биологическом круговороте веществ, изменение которого имеет большое значение для совершенствования и разработки наиболее эффективных систем земледелия. Определение 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, размещением культур по предшественникам и другими элементами системы земледелия [1].

Роль с.-х. севооборота в поддержании баланса органического вещества в почве возрастает в условиях специализации и концентрации с.-х. производства. Создание крупных ферм и комплексов способствует неравномерности распределения навоза по территории и сосредоточению его в больших количествах вблизи этих ферм. При безподстилочном содержании скота полученный жидкий и полужидкий навоз малопригоден в качестве органического удобрения. В таких условиях регулирование баланса органического вещества в почве за счет рационального сочетания культур в севооборотах имеет особенно важное значение [2].

Специализация земледелия требует сосредоточения однотипных культур в севооборотах. Насыщение их культурами с маломощной корневой системой снижает возможность поступления органического вещества в почву за счет растительных остатков. Поэтому в условиях специализации земледелия возрастает необходимость знания особенностей каждой культуры в накоплении органической массы в виде корневых и пожнивных остатков и содержания в них элементов питания. Не меньшее значение имеет определение баланса гумуса в различных видах севооборотов с разной структурой посевов [3].

Методика

Исследования по изучению влияния различных типов и видов севооборотов на плодородие почвы проводятся в стационарном опыте, заложенном в 1978 г. на экспериментальной базе «Жодино» Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Полная схема опыта определена в 1980 г. В 2010 г. исполнилось 30 лет с начала получения информации.

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

Всего изучается 20 схем севооборотов, в разной степени насыщенных различными зерновыми и кормовыми культурами, а также промежуточными с использованием их на корм и зеленое удобрение. Насыщение зерновыми составляет от 33 до 75%, многолетними травами — от 12 до 100%, пропашными — от 12 до 100%, промежуточными — от 12 до 37%. По видам изучаемые севообороты относятся к зернотравянопропашным (полный плодосмен), зернотравяным, зернопропашным, зерновым, пропашным. По продолжительности ротации: два севооборота — 9-польные, девять — 8-польные, один — 6-польный, два — 5-польные, четыре — 4-польные, один — 3-польный, один — 2-польный.

Исследуемые севообороты изучаются при различных системах и уровнях удобрений: 1) навоз солоmistый — 11 т/га + NPK; 2) навоз 22 т/га + 1/2 NPK; 3) навоз 22 т/га; 4) NPK. Применяются следующие дозы минеральных удобрений: под зерновые — $N_{80}P_{60}K_{100}$, пропашные — $N_{120}P_{90}K_{150}$, клевер — $P_{90}K_{150}$, клевер + злаки 2-го г.п. — $N_{90}P_{90}K_{150}$, злаковые травы — $N_{180}P_{90}K_{150}$. В зерновом севообороте на протяжении 30 лет изучается использование соломы в качестве органического удобрения. Запашка ее производится в чистом виде, а также в сочетании с крестоцветными пожнивными культурами при использовании на корм и зеленое удобрение.

В качестве промежуточных культур в севооборотах изучаются: озимая рожь на зеленую массу, после уборки которой в поукосных посевах возделываются однолетние бобовые культуры; подсевной однолетний райграс под люпин и горохо-овсяную смесь; пожнивные крестоцветные культуры (редька масличная, горчица белая, рапс озимый). Пожнивные культуры изучаются с использованием на корм и зеленое удобрение в чистом виде и в сочетании с соломой.

Результаты и их обсуждение

В результате 30-летних исследований в комплексном стационарном опыте по изучению различных типов и видов севооборотов при различных системах удобрений получен обширный экспериментальный материал, имеющий важное значение для дальнейшего совершенствования систем земледелия в Беларуси.

Влияние различных типов и видов севооборотов на основные показатели плодородия почвы (баланс органического вещества, биологический круговорот основных элементов питания, хозяйственный и почвенный баланс азота, фосфора и калия, физические свойства и биологическую активность почвы). Для установления роли севооборотов в плодородии почвы определена общая биомасса растений (надземная + корни), отчуждаемая с урожаем и поступающая в почву в виде пожнивных и кормовых остатков, а также запасы основных элементов питания, содержащихся в этих частях биомассы и доля возврата их в почву при возделывании основных полевых культур: зерновых, зернобобовых, однолетних и многолетних трав, пропашных — всего у 30 культур. Эти же определения выполнены в различных видах севооборотов: зернотравяно пропашном, зернотравяном, зернопропашном, зерновом, пропашном, изучаемых при различных системах и уровнях удобрений, на почвах разной степени окультуренности (средне- и хорошо окультуренной). Такие же исследования проведены и при изучении промежуточных культур (озимая рожь на зеленый корм, подсевная сераделла, подсевной многолетний горький и кормовой люпин, пожнивные крестоцветные — редька масличная, горчица белая, рапс озимый), а также сево-

оборотов, в разной степени насыщенных различными промежуточными культурами с использованием на корм и зеленое удобрение.

Накопление биомассы, потребление и возврат в почву элементов питания основными полевыми культурами. Исследования показали, что наибольшая биомасса корней и пожнивных остатков накапливалась у многолетних трав (клевер, клевер + злаки, люцерна), составившая 50,4-62,9 ц сухого вещества на 1 га, затем следовали зерновые колосовые (26,2-32,3 ц/га), люпин кормовой (28,1 ц/га), другие бобовые (горох, кормовые бобы, вика, пелюшка, сераделла) — 11,2-16,0 ц/га, пропашные силосные (кукуруза, подсолнечник) — 19,9-25,2 ц/га, корнеклубнеплоды (кормовая и сахарная свекла, брюква, морковь, картофель) — 6,9-11,7 ц/га, промежуточные культуры — 20,8-27,3 ц/га. Удельный вес растительных остатков (пожнивные + корни) по отношению к общей биомассе (надземная + корни) у многолетних трав составлял 40,7-44,5%, у зерновых колосовых и кормового люпина — 30,2-36,3, других однолетних бобовых культур — 11,2-16,0, кукурузы — 35,1, подсолнечника — 17,5, корнеклубнеплодов — 7,8-14,0, промежуточных культур — 43,8-56,5%, а к отчуждаемому урожаю соответственно 52,5-80,2%, 43,3-54,5; 20,8-46,1; 54,2; 21,2; 8,4-16,2; 78-130%.

Накопление биомассы в севооборотах в зависимости от структуры посевов. Изучение накопления в почве органического вещества в различных видах севооборотов показало, что наибольшее количество органической массы за счет корневых и пожнивных остатков поступает в почву в севооборотах с многолетними бобовыми и бобово-злаковыми травами при использовании их не более двух лет (табл. 1).

Таблица 1

Ежегодное поступление в почву органического вещества за счет навоза и растительных остатков в севооборотах, ц/га

№ севооборота в опыте	Структура посевов, %						Запахано в почву абсолютно сухой органической массы, ц/га			В % за счет	
	зерновые	однолетние травы	многолетние травы		пропашные	промежуточные	всего	в т.ч.		навоза	корневых и пожнивных остатков
			% в севообороте	вид и продолжительность использования, лет				навоза	корневых и пожнивных остатков		
1	50	12,5	25	КТ2	12,5	25	57,7	22,4	35,1	39,0	61,0
9	50	12,5	25	Кл1 (2п)	12,5	-	57,7	22,4	35,3	38,8	61,2
9а	50	12,5	25	Кл1(2п)	12,5	25	64,2	22,4	41,8	34,9	65,1
6	55,6	11,1	33,3	Кл1,КТ2	-	25	63,0	22,4	40,6	36,5	63,5
7	37,6	12,5	50	К34	-	-	48,3	22,4	25,9	46,3	53,7
12	62,5	12,5	12,5	Кл1	12,5	25	57,7	22,4	35,4	38,7	61,3
13	75	-	25	Кл1(2п)	-	-	57,8	22,4	35,4	38,7	61,3
13а	75	-	25	Кл1(2п)	-	25	63,8	22,4	41,4	35,1	64,9
2	50	-	-	-	50	-	45,4	22,4	23,0	49,3	50,7
15	-	-	-	-	100	-	37,0	22,4	14,6	60,5	39,5

Примечание. Кл1 — клевер 1-го т.п., КТ2 — клевер + тимopheевка 2-го т.п., К34 — клевер + злаки 4-го г.п.

Максимальное их количество накапливалось в 8-польном зернотравянопропашном севообороте с двумя полями клевера одногодичного пользования и возделыванием в двух полях промежуточных культур — 41,8 ц/га (сев. 9а). Близким к этому севообороту был зернотравяной с сочетанием клевера одногодичного пользования и клеверо-тимофеечной смеси двухлетнего пользования — 40,6 ц/га (сев. 6), а также специализированный зерновой севооборот без пропашных культур с двумя полями клевера одногодичного пользования — 41,4 ц/га (сев. 13а). В зернотравянопропашном (9а) и зерновом (13а) севооборотах за счет основных культур поступало в почву 35,3-35,4 ц/га растительных остатков и за счет промежуточных — 6,0-6,5 ц/га. В общем количестве поступившей органической массы удельный вес промежуточных составил 14,5-15,5%.

В севообороте с двухгодичным использованием клеверо-тимофеечной смеси (сев. 1) в почву запахивалось меньше растительных остатков (35,1 ц/га), чем в севообороте с таким же удельным весом многолетних трав (сев. 9а), при одногодичном возделывании клевера в двух полях (41,8 ц/га). Удлинение срока пользования многолетними травами (клевер + злаки) до четырех лет привело к снижению массы запахиваемых растительных остатков до 25,9 ц/га, несмотря на то что в этом севообороте (сев. 7) удельный вес многолетних трав был вдвое больше (50% вместо 25%), чем в севооборотах с одногодичным и двухгодичным использованием клевера (сев. 9 и сев. 1).

Значительно меньше, чем в севооборотах с многолетними бобовыми травами (сев. 1 и 9) поступало в почву корневых и пожнивных остатков в зернопропашном севообороте (сев. 2) — 23,0 ц/га и еще меньше — в пропашном севообороте со 100% пропашных культур (сев. 15) — 14,6 ц/га.

Содержание гумуса в почве в зависимости от вида севооборота и систем удобрений. Обобщающим показателем при оценке роли севооборотов в накоплении органического вещества является изучение их влияния на баланс гумуса в почве. Здесь находит отражение не только поступление в почву свежей органической массы, но и степень ее разложения, которая в значительной мере зависит от технологии возделывания каждой культуры. В наших исследованиях изучался баланс гумуса в почве в различных видах севооборотов: зернотравянопропашном (полный плодосмен), зернотравяном, зерно пропашном и пропашном. Исследования проводились при минеральной и навозно-минеральной системах удобрений, что дало возможность вычлнить влияние культур и удобрений. Полученные результаты показали, что преимущество в накоплении гумуса имели севообороты с многолетними травами (табл. 2). Показательно, что в этих севооборотах положительный баланс складывался не только при навозно-минеральной, но и при минеральной системе удобрений, что имеет важное значение в условиях уменьшения применения органических удобрений в связи с резким сокращением использования навоза и торфа в сельском хозяйстве.

В изучаемом 8-польном зернотравянопропашном севообороте (сев. 9) многолетние травы возделывались в двух полях на разрыве в виде клевера одногодичного пользования, в зернотравяном (сев. 6) — в виде клевера одногодичного пользования (одно поле) и на разрыве — в виде клеверо-тимофеечной смеси двухлетнего пользования. Среди этих севооборотов по интенсивности гумусонакопления некоторое преимущество имел зернотравяной севооборот без пропашных культур. За 26-летний период увеличение содержания гумуса в почве здесь составило 0,24% при навозно-минеральной системе удобрений и 0,04% при минеральной системе; в зернотравянопропашном севообороте — 0,20 и 0,01% соответственно. В этих севооборотах баланс можно охарактеризовать как положительный при навозно-минеральной си-

Содержание гумуса в слое почвы 0-20 см в зависимости от структуры посевных площадей в севообороте и систем удобрений

№ севооборота в опыте	Вид севооборота	Структура посевов, %				Система удобрений	Содержание гумуса, %		Изменения (+/-), т/га	
		зерновых	однолетних трав	многолетних трав	пропашных		исходное	через 26 лет	за 26 лет	в среднем за год
9	Зерно-травяно-пропашной	50	12,5	25	12,5	NPK	2,26	2,27	+0,3	+0,01
						Навоз + NPK	2,27	2,47	+6,0	+0,23
6	Зерно-травяной	55,6	11,1	33,3	-	NPK	2,31	2,35	+0,9	+0,03
						Навоз + NPK	2,31	2,55	+7,2	+0,28
2	Зерно-пропашной	50	-	-	50	NPK	2,25	2,04	-6,3	-0,24
						Навоз + NPK	2,40	2,35	-1,5	-0,06
15	Пропашной	-	-	-	100	NPK	2,22	1,93	-8,7	-0,34
						Навоз + NPK	2,40	2,31	-2,7	-0,11

Примечание. Доза навоза 11,2 т на 1 га пашни.

стеме удобрений и бездефицитный, или уравновешенный, при минеральной системе удобрений.

В зернопропашном и пропашном севооборотах баланс гумуса складывался отрицательно как при минеральной, так и при навозно-минеральной системах удобрений. Особенно резко отрицательным он был при минеральной системе, где за 26-летний период его уменьшение составило 0,21 и 0,29%, в то время как при навозно-минеральной системе — 0,05 и 0,09%. Доза органических удобрений 11,2 т на 1 га пашни в этих севооборотах оказалась недостаточной для создания бездефицитного баланса гумуса. Отрицательно складывался баланс гумуса и при бесменном возделывании кукурузы на фоне с навозно-минеральной системой удобрений. За 26-летний период содержание его в слое почвы 0-20 см уменьшилось с 2,44 до 2,28%.

Содержание гумуса в почве в зависимости от удельного веса и режима использования многолетних трав в севообороте. В сельскохозяйственных организациях республики все еще большой удельный вес на пахотных землях занимают злаковые травы. Как правило, это старовозрастные травостой. В связи с этим представляет интерес проследить за динамикой содержания гумуса в почве в зависимости от концентрации трав в севообороте и продолжительности их использования. Результаты исследований показали (табл. 3), что увеличение удельного веса многолетних трав (травостой злаковый) от 33 до 83% за счет удлинения срока их использования от трех до семи лет не приводило к увеличению содержания гумуса в почве, а наоборот, наблюдалась тенденция к снижению его содержания. Такая же тенденция отмечена и в бесменных посевах многолетних трав. На наш взгляд, это можно объяснить тем, что новообразование гумуса за счет ежегодного отмирания части корневой системы не компенсирует полностью убыль его в почве за счет процесса минерализации. Полной компенсации и увеличения накопления можно достигнуть при вовлечении в биоло-

**Влияние насыщения севооборотов многолетними травами
на содержание гумуса в почве (0-20 см)**

Показатель	% многолетних трав в севообороте				
	33	50	67	83	100
Продолжительность использования трав, лет	3	4	6	7	Бессменно 26 лет
Содержание гумуса, %	2,32	2,32	2,31	2,30	2,29

гический процесс всей корневой массы, что достигается при перезалужении многолетних трав и чередовании их с однолетними культурами в севообороте.

Следовательно, положительная роль многолетних трав на накопление гумуса в почве зависит не только от их удельного веса в структуре посевных площадей, но и от режима использования в севообороте. Наиболее сильно влияние трав проявляется при возделывании клевера с одногодичным использованием или клеверозлаковой смеси с использованием не более двух лет. При одинаковой их доле в структуре севооборота преимущество сохраняется за клевером при одногодичном его использовании.

Таким образом, совершенствование системы использования многолетних трав на пашне, оптимизация их структуры с заменой злаковых травостоев бобовыми и бобово-злаковыми и изменение режима использования в севооборотах будет способствовать не только повышению экономической эффективности травяного поля, но и воспроизводству плодородия почвы и, прежде всего, улучшению баланса органического вещества в земледелии.

Влияние заделки соломы и пожнивных культур на содержание гумуса в почве.
В условиях республики Беларусь в результате сельскохозяйственной деятельности ежегодно накапливается более 5,0 млн т малоценной для кормопроизводства соломы (ржи, пшеницы, тритикале, гречихи, рапса). Часть ее используется для подстилки животных, а значительная — запаховывается после уборки культур. В связи с этим встает вопрос оценки запаховываемой соломы как органического удобрения, влияния ее на плодородие почвы и, прежде всего, на воспроизводство органического вещества. В наших исследованиях заплата соломы дважды за 8-летнюю ротацию — под пропашные (картофель, кукуруза) и под яровые зерновые культуры (ячмень, овес), — проводимая как в чистом виде, так и в сочетании с пожнивной крестоцветной культурой (редька масличная) с использованием на корм и зеленое удобрение не оказывала существенного влияния на содержание гумуса (табл. 4).

Приведенные данные показывают, что за 26-летний период в вариантах с заплатакой соломы имелась лишь тенденция увеличения накопления гумуса в почве. Прирост в варианте с пожнивными культурами на корм без заплатакой соломы составил 0,07%, с заплатакой соломы — 0,08%, а в сочетании с пожновым зеленым удобрением соответственно 0,02 и 0,05%. Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что заплатака соломы не приводит к существенному повышению содержания гумуса в почве, а лишь стабилизирует его запасы.

Слабое влияние соломы на процесс гумусонакопления объясняется химической природой ее органического вещества, неблагоприятным соотношением углерода (C) к азоту (N) — 60-100:1.

Содержание гумуса в зерновом севообороте в зависимости от систем удобрений, запашки соломы и способа использования пожнивной культуры

Система удобрений	Наличие и способ использования пожнивной культуры	Содержание гумуса, %		Изменение, +	
		исходное, 1977 г.	конец 3-й ротации, 2003 г.	за 26 лет	в среднем за год
NPK	-	2,35	2,38	+0,03	+0,001
H + NPK	-	2,29	2,45	+0,16	+0,006
NPK	з/к	2,36	2,43	+0,07	+0,003
NPK	з/у	2,24	2,26	+0,02	+0,0008
H + NPK	з/к	2,21	2,40	+0,19	+0,007
H + NPK	з/у	2,25	2,38	+0,13	+0,005
NPK+солома	з/к	2,21	2,29	+0,08	+0,003
NPK+солома	з/у	2,23	2,28	+0,05	+0,002

Примечание. H — навоз солоmistый, з/к — зеленый корм, з/у — зеленое удобрение.

Применение навоза обеспечило значительное накопление гумуса. За 26-летний период увеличение составило 0,19% в варианте с пожнивными на корм и 0,13% в варианте с пожнивными на зеленое удобрение, что соответственно в 6 и 4 раза больше, чем от запашки соломы. Одни минеральные удобрения без применения органических обеспечили лишь бездефицитный (уравновешенный) баланс гумуса с положительным значением 0,03% за период исследований.

Изучение влияния пожнивных культур (редька масличная, горчица белая) с использованием их на корм и зеленое удобрение на баланс гумуса в почве показало, что возделывание их в двух полях 8-польного севооборота после озимой ржи на зерно, перед картофелем и перед яровой зерновой культурой (овес, ячмень) оказало положительное влияние на содержание гумуса в почве. За 26-летний период на фоне NPK увеличение составило от 0,03 до 0,07%, а на фоне навоз + NPK — от 0,16 до 0,19%.

При запашке пожнивных крестоцветных культур на зеленое удобрение повышалась биологическая активность почвы, но положительного влияния на содержание гумуса не оказывалось. Наоборот, в вариантах севооборота с зеленым удобрением имело место снижение его содержания с 0,07 до 0,02% на фоне NPK за 26-летний период и с 0,19 до 0,13% на фоне навоз + NPK, что связано с полным разложением до минеральных веществ, за исключением процесса накопления гумуса.

Роль полевых культур в биологическом круговороте азота, фосфора и калия. Благодаря сельскохозяйственным растениям потребляется из почвы и отчуждается с урожаем большое количество элементов питания. Часть потребленных питательных веществ возвращается в почву вместе с корневыми и пожнивными остатками. 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 эффективных систем земледелия. Исследования показали, что названные показатели в большой степени зависят от вида растений и значительно изменяются от фона удобрений. Наибольшее количество азота вовлекалось в биологический круговорот люцерной, клевером, кормовым люпином, сераделлой (227-397 кг/га), а из небобовых культур — картофелем, морковью, брюквой, сахарной

свеклой (113-159 кг/га). Горох, бобы, вика, пелюшка по количеству вовлекаемого в биологический круговорот азота уступали люцерне, клеверу, люпину и сераделле в виду меньшей их продуктивности (92,2-150,0 кг/га). Меньшим количеством азота в биомассе растений характеризовались зерновые культуры, а из кормовых — кукуруза и кормовая свекла (71,1—109,0 кг/га).

Количество фосфора, вовлекаемого в биологический круговорот, у всех изучаемых культур было значительно меньше, чем азота. В меньшей степени выражены также различия в содержании этого элемента между культурами. Большим его накоплением в общей биомассе растений отличались люцерна, клевер и клеверотимофеечная смесь (58,8-90,7 кг/га) и меньшим — горох, кукуруза, гречиха (24,5-31,9 кг/га). Остальные культуры занимали промежуточное положение (35,7-51,1 кг/га).

По количеству вовлекаемого в биологический круговорот калия среди полевых культур резко выделялись люцерна и клевер (326-371 кг/га). Большое количество его потребляли также корнеплодные культуры, картофель и подсолнечник (190-298 кг/га). Много калия, хотя и меньше, чем в названных культурах, содержалось в биомассе однолетних бобовых культур на зеленую массу и кукурузы (119-155 кг/га). Меньшим потреблением калия характеризовались зерновые и зернобобовые культуры (45,7-91,6 кг/га). Во всех культурах калий резко преобладал над фосфором, особенно в корнеклубнеплодах и культурах на зеленую массу. В биомассе всех небобовых кормовых культур на зеленую массу и корнеклубнеплодов калий в значительной степени преобладал также над азотом.

Из всего количества потребленных растениями питательных элементов большая часть их отчуждается с урожаем и изымается из биологического круговорота. По всем изучаемым культурам вынос азота составил 59,9-91,9%, фосфора — 52,8-93,8 и калия — 72,2-96,6% от общего их количества, вовлекаемого в биологический круговорот. С урожаем отчуждалось 43,5-287 кг азота, 91,1-58,4 кг фосфора и 38,9-290 кг калия с 1 га. С пожнивными и корневыми остатками в почву возвращается меньшая часть усвоенных растениями питательных элементов. По данным наших исследований, с растительными остатками возвращалось в почву следующее количество элементов питания в кг/га: зерновые колосовые — N — 26-32, P₂O₅ — 7-9, K₂O — 16-21; люпин кормовой — N — 52, P₂O₅ — 9, K₂O — 31; горох, бобы, вика яровая — N — 22-30, P₂O₅ — 5-7, K₂O — 12-20; кукуруза - N — 24, P₂O₅ — 8, K₂O — 35; клевер, люцерна - N — 100-110, P₂O₅ — 27-33, K₂O — 74-84; клевер + тимофеевка 2-го г. п. — N — 79, P₂O₅ — 23, K₂O — 68; корнеклубнеплоды — N — 12-17, P₂O₅ — 3-6, K₂O — 11-24.

Представляет интерес показатель отношения питательных элементов, оставляемых в почве с растительными остатками к их выносу с урожаем (степень возврата), которая характеризует, какая часть от хозяйственного выноса элементов питания остается в почве после уборки культуры с корневыми и пожнивными остатками. Исследования показали, что между культурами наблюдаются большие различия в степени возврата элементов питания в почву. По отношению к выносу с урожаем этот показатель (с интервалом от минимального до максимального) составил: у зерновых и зернобобовых культур по азоту — 27-48%, фосфору — 22-37, калию — 19-42%; у культур на зеленую массу (однолетних и многолетних): по азоту — 17-67%, фосфору — 15-68, калию — 11-32%; у корнеклубнеплодов: по азоту — 11-15%, фосфору — 6-12, калию — 4-11%.

Промежуточные культуры (озимая рожь на зеленую массу; пожнивные — редька масличная, горчица белая, озимый рапс; подсевная сераделла) характеризовались

более высоким удельным весом возвращаемых в почву питательных элементов по отношению к их выносу с урожаем, чем культуры основных посевов. Этот показатель составлял: по азоту — 40-82%, фосфору — 51-95, калию — 26-82%, что объясняется иным распределением сухого вещества биомассы по частям и органам растений, т.е. масса корней и пожнивных остатков преобладает над массой отчуждаемого урожая. Так, у пожнивных крестоцветных культур 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%, то при использовании на зеленый корм — 78% от массы отчуждаемого урожая.

Выводы

1. По количеству поставляемого в почву органического вещества за счет растительных остатков культуры различаются в 8-10 раз. Наибольшая их масса поступает от многолетних трав (50,4-62,9 ц/га) и наименьшая — от корнеклубнеплодов (6,9-11,7 ц/га). Зерновые колосовые занимают среднее положение (26,2-32,3 ц/га). Большие различия и между видами севооборотов. В оптимальном зернотравяном, зернотравянопропашном и зерновом с клевером растительных остатков накапливалось 35,1-41,8 ц/га, а в пропашном и зернопропашном — 14,6-23,0 ц/га. В зернотравяном севообороте с 50% многолетних трав с четырехлетним их использованием растительных остатков запахивалось в почву в 1,6 раза меньше (25,9 ц/га), чем в севообороте с 33,3% трав при одно-двухгодичном использовании (40,6 ц/га).

2. В зернотравянопропашном и зернотравяном севооборотах с 25 и 33,3% многолетних трав (клевер 1-го г. п., клевер + злаки 2-го г. п.) баланс гумуса складывался положительно не только при навозно-минеральной системе (за 26 лет + 0,20-0,24%), но и при минеральной системе удобрений (+0,01-0,04%). В пропашном и зернопропашном севооборотах баланс удобрений как при минеральной (-0,21-0,29%), так и навозно-минеральной системе удобрений (-0,05-0,09%). Увеличение удельного веса многолетних трав в севообороте с 33 до 83% за счет удлинения срока пользования с трех до семи лет и бессменное возделывание злаковых трав (30 лет) не привело к увеличению накопления гумуса в почве, наоборот, имела место тенденция к снижению его содержания (с 2,32 до 2,29%).

3. Использование промежуточных культур в севооборотах на кормовые цели оказывает положительное влияние на содержание гумуса в почве. За 26-летний период отмечена тенденция к повышению его содержания с 0,16 до 0,19% на навозно-минеральном фоне и с 0,03 до 0,07% — на минеральном фоне удобрений. Запашка пожнивных культур на зеленое удобрение способствовала повышению биологической активности почвы, но не приводила к увеличению содержания гумуса в почве из-за неблагоприятного для гумусообразования соотношения углерода и азота.

4. При запашке соломы не происходит как снижения содержания гумуса в почве, так и его существенного повышения. Запасы гумуса оставались практически на исходном уровне. Прирост за 26-летний период составил всего лишь 0,02-0,03%. Влияние запашки соломы можно охарактеризовать как слабоположительное, а баланс гумуса уравновешенным. В то же время от соломистого навоза обеспечен значительный прирост накопления гумуса. За тот же период увеличение составило 0,19%, что в 6 раз больше, чем от запашки соломы.

5. При оптимальной структуре посевных площадей и освоении рекомендуемых севооборотов в пахотные почвы республики ежегодно может поступать 13900 тыс. т абсолютно сухой органической массы за счет корневых и пожнивных остатков с.-х. культур и 8744 тыс. т — за счет органических удобрений. На 1 га пахотных земель возможное поступление составит 3,0 т за счет культурных растений и 1,9 т за счет органических удобрений, что эквивалентно соответственно 12,0 и 7,6 т подстилочного навоза. В общем количестве поставляемой в почву органической массы доля растительных остатков (корневых и пожнивных) составит около 62% и органических удобрений 38%.

Библиографический список

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / Под ред. И.М. Богдевича. Минск: РУП Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2006. 287 с.
2. Кулаковская Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. Минск: Ураджай, 1978. 270 с.
3. Баздырев Г.П. Земледелие. Учебник для вузов / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков и др. М.: Колос, 2000. С. 43-83.

Информация об авторе

Никончик Петр Иванович — д. с.-х. н., проф., член-корреспондент НАН Беларуси, гл. науч. сотр. Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию; e-mail: i/isf/tut.by

Information about the autor

Nikonchik Peter Ivanovich — doctor of agricultural, professor, corresponding member of NAS of Belarus, Chief Researcher, Scientific and Practical Center of NAS of Belarus on agriculture; tel. 8375177532203, e-mail: izis@tut.by