

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

Т.М. Серая, Е.Г. Мезенцева, Е.Н. Богатырева, О.М. Бирюкова, Р.Н. Бирюков
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Баланс питательных веществ в системе почва-растение-удобрение составляет часть общего процесса взаимодействия элементов питания. Показатели баланса отражают пути превращения и расхода питательных веществ минеральных и органических удобрений, долю элементов питания, продуктивно используемую и отчуждаемую растениями из почвы и воспроизводимую за счет органических и минеральных удобрений. В современной земледелии вынос элементов питания многократно превышает их поступление в почву, что ведет к резкому нарушению одного из основных законов земледелия – закона возврата – и некомпенсированному расходу ресурсов почвенного плодородия. Интенсивное использование почв пахотных земель под полевыми севооборотами снижает потенциальное плодородие почвы: уменьшается содержание гумуса, повышается кислотность, снижается количество питательных легкоусвояемых веществ [1-3].

В этой связи незаменима роль органических удобрений в круговороте и балансе биогенных элементов в земледелии. В общем балансе элементов питания, вносимых ежегодно под сельскохозяйственные культуры, на долю органических удобрений приходится от 30 до 40%, при этом около 75% органических удобрений от внесенного количества минерализуется, оказывая влияние на изменение агрохимических показателей почвы и участвуя в питании растений. Остальное количество органических удобрений (25%) гумифицируется и идет на восполнение потерь гумуса при возделывании сельскохозяйственных культур [4].

Стандартным органическим удобрением является подстилочный навоз, однако нужно учитывать затратность его транспортировки на удаленные поля. Запашка соломы возделываемых культур может стать альтернативой солоmistому навозу. Солома без остатка повторно включается в круговорот минерального и органического питания растений для формирования новой биомассы. Однако данных по оценке влияния запашки соломы на баланс элементов питания, агрохимические свойства почвы и урожайность культур недостаточно [5].

Цель исследований – оценить влияние органической, минеральной и органоминеральной систем удобрения на баланс элементов питания и агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2006-2011 гг. в ГП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области. Почва опытного участка

2. Плодородие почв и применение удобрений

дерново-подзолистая, оглеенная внизу, супесчаная, развивающаяся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 80 см моренным суглинком. Пахотный слой перед закладкой опыта характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 5,6-5,9, содержание подвижных форм P_2O_5 – 140-160 мг/кг, K_2O – 160-180 мг/кг почвы, гумуса – 2,23–2,52%.

Опыт проводили в пятипольном севообороте со следующим чередованием культур: кукуруза на зеленую массу (з.м.) – рапс яровой – озимое тритикале – люпин узколистный на зерно – ячмень яровой. Агротехника возделывания изучаемых культур – общепринятая для Республики Беларусь [6]. Повторность вариантов в опыте 4-кратная. Общая площадь деланки – 72 м², учетная – 48 м².

Опыт развернут на двух уровнях: без заправки соломы и на фоне заправки соломы возделываемых культур. За ротацию севооборота в зависимости от вариантов опыта было запахано в почву соломы возделываемых культур (рапса, тритикале, люпина и ячменя) от 8,3 до 15,7 т/га. С этим количеством соломы в почву было внесено 3,3-6,2 т/га углерода, 62-125 кг/га азота, 26-52 кг фосфора, 133-318 кг/га калия, 40-78 кг/га кальция и 19-34 кг/га магния.

При заправке соломы для создания оптимального соотношения C/N в почву было дополнительно внесено 48-116 кг/га азота в зависимости от количества запахиваемой соломы. В результате, в пересчете на условный навоз, за ротацию севооборота за счет заправки соломы с учетом дополнительного азота в почву было внесено 29-55 т/га условного навоза.

Подстилочный навоз КРС (подстилка – солома) в дозах 20, 40 и 60 т/га вносили под кукурузу. В 1 т подстилочного навоза на естественную влажность содержалось 108 кг органического углерода, 5,0 кг азота, 2,5 кг фосфора и 5,0 кг калия. Суперфосфат аммонизированный и калий хлористый вносили под культивацию. Азотные удобрения (карбамид) в зависимости от культуры вносили под предпосевную культивацию и в подкормки. Дозы минеральных удобрений: под кукурузу – N90+30P60K120, рапс – N80+30P60K120, тритикале – N 70+30P60K120, люпин – N13P50K110, ячмень – N60+30P60K120. В целом за севооборот внесено N433P290K590, среднегодовая доза составила N7P58K118.

Определение агрохимических показателей почвы проводили по общепринятым методикам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); pH_{KCl} – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91); обменные кальций и магний в 1 М KCl – вытяжке с определением на атомно-абсорбционном спектрофотометре AAS-30 (ГОСТ 26487-85).

Химический анализ подстилочного навоза КРС выполнен в соответствии с государственными отраслевыми стандартами: определение влаги и сухого остатка по ГОСТ 26713–85, золы – по ГОСТ 2671485, органического вещества – по ГОСТ 27980–88, общего азота – по ГОСТ 26715–85, общего фосфора – по ГОСТ 26717–85, общего калия – по ГОСТ 26718–85.

В растительных образцах общий азот, фосфор, калий определяли из одной навески после мокрого озоления серной кислотой; азот – методом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4–93); фосфор – на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26657–85); калий – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504–97); кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре (ГОСТ 26570–95, ГОСТ 305–97).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Продуктивность севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве в значительной степени зависела от применяемых систем удобрения. В целом продуктивность севооборота на фоне без заправки соломы в варианте без применения удобрений составила 267,5 ц к.ед. или 53,5 ц к.ед. в год.

При минеральной системе удобрения со среднегодовой дозой N87P58K118 получено 84,3 ц к.ед./га при окупаемости 1 кг NPK 11,7 к.ед. При органической системе удобрения (60 т/га навоза под кукурузу) получено в среднем в год 71,7 ц к.ед. Максимальную продуктивность севооборота обеспечило внесение полного минерального удобрения ($N_{433}P_{290}K_{590}$) на фоне 40 и 60 т/га навоза – 453,4 и 473,9 ц к.ед./га. Среднегодовая продуктивность при этом составила в среднем по опыту 92,8 ц к.ед./га при окупаемости 1 кг NPK минеральных удобрений 9,0 к.ед., 1 т подстилочного навоза КРС – 83,5 к.ед. [7].

Заправка соломы возделываемых культур в севообороте не оказала существенного влияния на его продуктивность по сравнению с аналогичными вариантами без заправки соломы.

Научные основы применения удобрений в земледелии базируются на познании круговорота веществ и их баланса. Для обоснования наиболее эффективных систем удобрения и целенаправленного регулирования почвенного плодородия рассчитывается хозяйственный баланс, интенсивность баланса и реутилизация основных элементов питания.

Интенсивные процессы минерализации гумуса, характерные для дерново-подзолистых почв, определили неблагоприятный баланс гумуса за ротацию севооборота. Установлено, что на фоне без заправки соломы при продуктивности севооборота 267,5-473,9 ц к.ед. минерализация гумуса в зависимости от системы удобрения составила 5551-7479 кг/га. Наибольшие значения минерализации гумуса отмечены в вариантах с максимальными дозами удобрений. За счет пожнивнокорневых остатков за ротацию севооборота восстановилось 2315-3653 кг/га гумуса, за счет гумификации навоза в почве образовалось 800-2400 кг/га гумуса. Внесение органических и минеральных удобрений несколько снижало дефицит гумуса в почве, однако баланс гумуса оставался отрицательным во всех изучаемых вариантах.

Не оказав существенного влияния на продуктивность севооборота, заправка соломы оказала положительное влияние на баланс гумуса (табл. 1).

На фоне заправки соломы минерализация гумуса за ротацию севооборота и его образование за счет пожнивнокорневых остатков и навоза были аналогичны данным, полученным на фоне без заправки соломы. Однако с запаханной соломой за севооборот в почву поступило углерода от 3,3 до 6,2 т/га, что способствовало увеличению приростных статей гумуса на 1295-2346 кг/га, и в результате в вариантах с органоминеральной системой удобрения с дозой навоза 40-60 т/га за севооборот получен положительный баланс гумуса.

Высокие показатели продуктивности севооборота определили отрицательный баланс основных элементов питания. Закономерно, что при отрицательном балансе гумуса получен и отрицательный баланс азота (табл. 2). Небольшой положительный баланс фосфора (11-70 кг/га) отмечен только в вариантах с внесением полного минерального удобрения на фоне 20-60 т/га навоза. Положительный ба-

2. Плодородие почв и применение удобрений

ланс калия (27-208 кг/га) обеспечен внесением за севооборот N433P290K590 как на безнавозном фоне, так и на фоне применения органических удобрений.

Установлено, что при органоминеральной системе удобрения с внесением 60 т/га навоза в почву возвращается 25% азота, 42% фосфора, 46% калия, 53% кальция и 38% магния, вынесенных с урожаем.

Запашка соломы возделываемых в севообороте культур обеспечила более благоприятный баланс основных элементов питания по сравнению с вариантами, где солома убиралась с поля. На фоне запашки соломы в вариантах с органо-минеральной и минеральной системами удобрения достигнут положительный баланс азота, где интенсивность баланса по азоту составила 109-129% (табл. 2). Реутилизация азота в зависимости от варианта опыта составила 12-47%, в том числе за счет запашки соломы – 12%.

С запаханной соломой за ротацию севооборота в почву поступило в зависимости от варианта опыта 26-52 кг P₂O₅ на 1 га. В результате положительный баланс фосфора достигнут в вариантах с применением полного минерального удобрения не только на фоне навоза, но и без него при интенсивности баланса 106-135%. Реутилизация фосфора составила 13-55%.

Таблица 1

Баланс гумуса за ротацию севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве (с запашкой соломы)

Вариант	Минерализация, кг/га	Гумификация, кг/га			Баланс гумуса, кг/га
		пожнивнo-корневые остатки	навоз	солома	
Без удобрений	5876	2392	–	1295	-2189
N433	5527	3072	–	1858	-597
N433P290K590	6234	3425	–	1998	-811
Навоз КРС, 20 т/га – Фон 1	5521	2465	800	1581	-675
Фон 1+N433	6003	3124	800	1873	-206
Фон 1+ N433P290K590	6632	3460	800	2107	-265
Навоз КРС, 40 т/га – Фон 2	6034	2727	1600	1663	-44
Фон 2+N433	6347	3309	1600	1934	496
Фон 2+ N433P290K590	6968	3549	1600	2213	394
Навоз КРС, 60 т/га – Фон 3	6320	2855	2400	1696	630
Фон 3+N433	6678	3371	2400	2108	1201
Фон 3+ N433P290K590	7451	3688	2400	2346	984

Таблица 2

Баланс элементов питания за севооборот на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	баланс, ± кг/га	реутилизация, %	баланс, ± кг/га	реутилизация, %	баланс, ± кг/га	реутилизация, %
без запашки соломы						
Без удобрений	-241	–	-186	–	-342	–
N433	-58	–	-273	–	-484	–
N433P290K590	-127	–	-32	–	27	–

Вариант	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	баланс, ± кг/га	реутили- зация, %	баланс, ± кг/га	реутили- зация, %	баланс, ± кг/га	реутили- зация, %
Навоз КРС, 20 т/га – Фон 1	-222	13	-160	23	-287	24
Фон 1 + N433	-47	9	-250	16	-409	19
Фон 1 + N433P290K590	-96	9	11	15	95	17
Навоз КРС, 40 т/га – Фон 2	-198	24	-135	41	-220	44
Фон 2 + N433	-20	18	-216	31	-347	35
Фон 2 + N433P290K590	-66	17	38	28	147	30
Навоз КРС, 60 т/га – Фон 3	-178	34	-108	56	-149	61
Фон 3 + N433	28	26	-183	44	-284	49
Фон 3 + N433P290K590	-37	24	70	40	208	43
на фоне заправки соломы						
Без удобрений	-112	12	-149	14	-207	33
N433	137	12	-224	15	-289	37
N433P290K590	74	12	18	13	266	38
Навоз КРС, 20 т/га – Фон 1	-83	26	-124	38	-121	61
Фон 1 + N433	163	22	-194	31	-193	57
Фон 1 + N433P290K590	122	21	60	28	368	57
Навоз КРС, 40 т/га – Фон 2	-45	37	-93	57	-27	83
Фон 2 + N433	212	30	-158	46	-108	74
Фон 2 + N433P290K590	173	29	95	42	454	72
Навоз КРС, 60 т/га – Фон 3	-11	47	-66	72	57	100
Фон 3 + N433	269	39	-122	60	-20	88
Фон 3 + N433P290K590	214	37	130	55	540	86

Больше всего с соломой в почву за севооборот поступило калия – 133-318 кг/га. Тем не менее, бездефицитный баланс калия без внесения калийных удобрений достигнут только в варианте с органической системой удобрения при дозе навоза 60 т/га, где реутилизация калия составила 100%. В варианте без применения удобрений за счет запаханной соломы реутилизация калия составила 33% при интенсивности баланса 48%.

С соломой в почву также поступило 40-78 кг/га кальция и 19-34 кг/га магния, что способствовало существенному уменьшению отрицательного баланса данных элементов.

Балансовые методы расчета позволяют лишь приблизительно оценить влияние изучаемых систем удобрения на состояние плодородия почвы, более точным критерием оценки является фактическое изменение содержания основных элементов питания за ротацию севооборота (табл. 3). Установлено, что на дерново-подзолистой супесчаной почве на фоне без заправки соломы возделывание культур без применения удобрений способствовало снижению содержания гумуса в почве за ротацию севооборота на 0,14% (табл. 3). Органическая система удобрения обеспечила стабилизацию гумуса на исходном уровне, увеличение дозы органических удобрений в 3 раза (с 20 до 60 т/га) позволило лишь уменьшить потери гумуса с 0,12 до 0,06%. При органоминеральной системе удобрения также отмечена тенденция замедления темпов потери гумуса.

2. Плодородие почв и применение удобрений

За период исследований обменная кислотность почвы увеличилась по всем вариантам опыта на 0,01-0,07 ед. pH_{KCl} в зависимости от применяемой системы удобрения. Наибольшее подкисление почвы отмечено при минеральной системе удобрения, органические удобрения незначительно замедляли этот процесс (табл. 4).

Исследования показали, что при высокой продуктивности севооборота среднегодовое внесение 58 кг/га д.в. фосфорных удобрений было недостаточным для поддержания подвижных форм фосфора в почве на исходном уровне. Лишь при внесении полного минерального удобрения на фоне навоза получено незначительное превышение к исходному содержанию подвижных форм фосфора в почве (+5-+11 мг/кг).

Максимальное снижение содержания подвижных форм калия отмечено в вариантах без калийных удобрений (22-49 мг/кг). Применение полного минерального удобрения со среднегодовой дозой калия 118 кг/га как отдельно, так и на фоне 20-60 т/га навоза обеспечила небольшое увеличение подвижных форм его в почве (6-27 мг/кг).

Таблица 3

Влияние удобрений на изменение содержания гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Без заправки соломы			С заправкой соломы			За счет соломы, ±
	гумус, %						
	2006 г.	2011 г.	±	2006 г.	2011 г.	±	
Без удобрений	2,50	2,36	-0,14	2,50	2,41	-0,09	0,05
N433	2,28	2,18	-0,10	2,52	2,46	-0,06	0,04
N433P290K590	2,27	2,19	-0,08	2,32	2,28	-0,04	0,04
Навоз КРС, 20 т/га – Фон 1	2,33	2,21	-0,12	2,39	2,31	-0,08	0,04
Фон 1 + N433	2,28	2,21	-0,07	2,24	2,23	-0,01	0,06
Фон 1 + N433P290K590	2,30	2,24	-0,06	2,23	2,24	0,01	0,05
Навоз КРС, 40 т/га – Фон 2	2,45	2,35	-0,10	2,27	2,23	-0,04	0,06
Фон 2 + N433	2,44	2,39	-0,05	2,25	2,26	0,01	0,04
Фон 2 + N433P290K590	2,48	2,42	-0,06	2,25	2,26	0,01	0,05
Навоз КРС, 60 т/га – Фон 3	2,30	2,24	-0,06	2,39	2,38	-0,01	0,05
Фон 3 + N433	2,50	2,45	-0,05	2,29	2,28	-0,01	0,04
Фон 3 + N433P290K590	2,33	2,29	-0,04	2,27	2,28	0,01	0,03
НСП ₀₅	0,11	0,12		0,12	0,12		

Таким образом, на дерново-подзолистой супесчаной почве при высокой продуктивности севооборота (473,9 ц к.ед.) внесение N433P290K590 на фоне 60 т/га навоза было недостаточным для сохранения содержания гумуса в почве на исходном уровне, эта доза удобрений обеспечила только небольшой прирост подвижных форм фосфора и калия.

Установлено положительное влияние заправленной соломы на динамику основных агрохимических показателей почвенного плодородия (табл. 4). За счет заправки соломы содержание гумуса в почве увеличилось на 0,04-0,06%, подвижных форм P_2O_5 – на 8-16 мг/кг, K_2O – на 20-29 мг/кг. Заправка соломы способствовала бездефицитному балансу гумуса при органо-минеральной системе удобрения с дозой навоза 20 т/га.

**Влияние систем удобрения на изменение агрохимических показателей
дерново-подзолистой супесчаной почвы**

Вариант	рН _{KCl}			P ₂ O ₅ , мг/кг			K ₂ O, мг/кг		
	2006 г.	2011 г.	±	2006 г.	2011 г.	±	2006 г.	2011 г.	±
без заправки соломой									
Без удобрений	5,92	5,86	-0,06	163	141	-22	164	125	-39
N433	5,96	5,89	-0,07	159	122	-37	184	137	-47
N433P290K590	5,71	5,64	-0,07	152	148	-4	148	154	6
Навоз КРС, 20 т/га – Фон 1	5,62	5,58	-0,04	163	144	-19	185	160	-25
Фон 1+N433	5,65	5,60	-0,05	169	138	-31	187	138	-49
Фон 1+ N433P290K590	5,66	5,62	-0,04	163	168	5	169	175	6
Навоз КРС, 40 т/га – Фон 2	5,91	5,89	-0,02	150	133	-17	167	140	-27
Фон 2+N433	5,92	5,89	-0,03	165	138	-27	186	153	-33
Фон 2+ N433P290K590	5,94	5,91	-0,03	147	155	8	163	172	9
Навоз КРС, 60 т/га – Фон 3	5,98	5,97	-0,01	159	142	-17	157	135	-22
Фон 3+N433	5,84	5,81	-0,03	176	153	-23	176	150	-26
Фон 3+ N433P290K590	5,88	5,86	-0,02	151	162	11	171	198	27
НСР ₀₅	0,22	0,23		8	10		10	12	
на фоне заправки соломой									
Без удобрений	5,66	5,63	-0,03	149	140	-9	159	140	-19
N433	5,77	5,73	-0,04	162	141	-21	168	145	-23
N433P290K590	5,78	5,74	-0,04	142	146	4	162	189	27
Навоз КРС, 20 т/га – Фон 1	5,93	5,91	-0,02	151	144	-7	172	169	-3
Фон 1+N433	6,08	6,06	-0,02	163	147	-16	149	126	-23
Фон 1+ N433P290K590	6,23	6,2	-0,03	158	171	13	154	189	35
Навоз КРС, 40 т/га – Фон 2	6,04	6,03	-0,01	160	154	-6	162	161	-1
Фон 2+N433	5,78	5,77	-0,01	152	135	-17	166	154	-12
Фон 2+ N433P290K590	5,97	5,95	-0,02	165	182	17	152	190	38
Навоз КРС, 60 т/га – Фон 3	6,06	6,07	0,01	163	157	-6	173	176	3
Фон 3+N433	5,49	5,49	0	153	144	-9	171	166	-5
Фон 3+ N433P290K590	5,50	5,49	-0,01	161	184	23	162	211	49
НСР ₀₅	0,25	0,27		10	9		11	12	

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой супесчаной почве органоминеральная система удобрения при максимальной продуктивности севооборота кукуруза – яровой рапс – озимое тритикале – люпин узколистный – ячмень на уровне 473,9 ц/га определила отрицательный баланс гумуса при слаболожительном балансе фосфора и калия. Заправка соломой обеспечила более благоприятный баланс основных элементов питания, при этом расчетный положительный баланс гумуса (+394...+1201 кг/га) получен при внесении N433P290K590 на фоне 40-60 т/га навоза.

2. Фактическое содержание гумуса в почве на фоне без заправки соломой за ротацию севооборота без применения удобрений уменьшилось на 0,14%. Органическая система удобрения способствовала снижению потерь гумуса до 0,06%. Со-

2. Плодородие почв и применение удобрений

держание подвижных форм фосфора и калия за ротацию севооборота осталось на исходном уровне только в вариантах, где вносили данные элементы в составе минеральных удобрений. В остальных вариантах содержание подвижных форм фосфора уменьшилось на 17-37 мг/кг, калия – на 22-49 мг/кг.

Запашка соломы возделываемых культур (8,3-15,7 т/га) обеспечила поступление в почву 3,3-6,2 т/га углерода, 62-125 кг/га азота, 26-52 кг фосфора, 133-318 кг/га калия, 40-78 кг/га кальция и 19-34 кг/га магния, что в свою очередь обеспечило повышение содержания гумуса в почве на 0,04-0,07%, подвижных форм фосфора – на 8-16 мг/кг, калия – на 20-29 мг/кг.

3. Внесение навоза 20-60 т/га и запашка соломы 8,3-15,7 т/га обеспечили возвращение в почву 21-47% азота, 28-72% фосфора, 57-100% калия, вынесенного с урожаем возделываемых в севообороте культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В.В. Лапа [и.др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2007. – 26 с.
2. Еськов, А.И. Повысить эффективность использования органических удобрений / А.И. Еськов // Земледелие. – 2008 – № 4. – С. 18-19.
3. Корчагин, В.А. О воспроизводстве почвенного плодородия / В.А. Корчагин, О.В. Терентьев // Аграрная наука. – 2007. – № 3. – С. 10-11.
4. Применение органических удобрений в севооборотах: рекомендации / В.В. Лапа [и.др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2006. – 20 с.
5. Применение соломы и минеральных удобрений в зернопропашном севообороте / И.М. Землянов // Земледелие. – № 5. – 2008. – С. 18-19.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрас. регламентов / под общ. ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Белорус. науча, 2005. – 462 с.
7. Влияние систем удобрения на продуктивность севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / Т.М. Серая [и.др.]. // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2011. – № 3. – С. 40-45.

INFLUENCE OF FERTILIZER SYSTEMS BALANCE OF NUTRIENTS AND AGROCHEMICAL INDEXES OF SOD-PODZOLIC LOAMY SAND SOIL

T.M. Seraya, E.G. Mezentseva, E.N. Bogatyreva,
O.M. Biryukova, R.N. Biryukov

Summary

On sod-podzolic sand soil at high efficiency of crop rotation (473,9 centner of fodder unit) N433P290K590 application against 60 t/hectare of manure was insufficient for preservation of humus content in soil at initial level, this rate of fertilizers has provided only a small gain of mobile forms of phosphorus and potassium.

Due to tillage of straw the humus content in soil has increased on 0,04-0,07%, mobile forms P₂O₅ – on 8-16 mg/kg, K₂O – on 20-29 mg/kg.

Поступила 17 апреля 2012 г.