

УДК 631.86:631.582:631.445.24 (476)

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВОБОРОТА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

© 2008 г. В. Н. Босак^{1,2}, А. А. Головач¹, Т. В. Дембицкая¹, Е. Г. Мезенцева¹

¹Институт почвоведения и агрохимии

220108 Минск, ул. Казинца, 62, Республика Беларусь

²Полесский государственный университет

225710 Пинск, Республика Беларусь

E-mail: bosak1@tut.by

Поступила в редакцию 18.03.2008 г.

В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве внесение различных видов органических удобрений на фоне NPK обеспечило прибавку продуктивности зернопропашного севооборота на 2.8–6.9 ц к.е./га, чистый доход – 7.9–16.5 \$/га при воспроизводстве содержания гумуса, фосфора и калия в пахотном горизонте.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшая роль в повышении плодородия почв, увеличении урожайности сельскохозяйственных культур и улучшении их качества принадлежит органическим удобрениям. Систематическое применение органических удобрений способствует накоплению гумуса, улучшает физико-химические свойства почвы – увеличивает запас питательных веществ, уменьшает кислотность, увеличивает содержание поглощенных оснований, поглотельную способность и буферность, влагоемкость, скважность и водопроницаемость, обогащает почву микрофлорой, усиливает ее биологическую активность и выделение углекислоты, уменьшает сопротивление почвы при механической обработке, создает оптимальные условия для минерального питания растений, повышает устойчивость земледелия при неблагоприятных погодных условиях [2, 3, 5, 6, 8–10].

В общем балансе элементов питания, вносимых ежегодно под сельскохозяйственные культуры в Республике Беларусь, на долю органических удобрений приходится от 30 до 40%. Около 75% органических удобрений от внесенного количества минерализуется и участвует в питании растений, 25% гумифицируется и идет на восполнение потерь гумуса при возделывании сельскохозяйственных культур. При сложившейся структуре посевных площадей на пахотных землях минерализуется в среднем 1.0–1.2 т гумуса/га в год. За счет растительных остатков на связных почвах восстанавливается около 50%, на легких почвах – около 40% потерь гумуса; остальное количество должно быть восполнено за счет органических

удобрений (в среднем по Беларуси требуется внесение 9.4 т/га севооборотной площади).

Внесение органических удобрений в рекомендуемых дозах имеет также высокую агрономическую эффективность: в Республике Беларусь нормативная прибавка урожая от 1 т подстилочного навоза для озимых зерновых составляет 25 кг зерна, картофеля – 105 кг клубней, сахарной свеклы – 125 кг корнеплодов, кормовых корнеплодов – 200 кг, кукурузы на силос – 190 кг зеленой массы, всех культур на пашне – 30 к.е. [10].

К наиболее распространенным органическим удобрениям в Республике Беларусь относятся подстилочный и бесподстилочный навоз, птичий помет, сапропель, торф, зеленое удобрение, а также различные компосты (торфо-навозные, торфо-пометные, вермикомпосты, с использованием соломы, костры льна, лигнина, древесных, растительных и бытовых отходов и т.д.) [1, 9, 10].

Цель работы – изучение эффективности внесения различных видов органических удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в РУП “Экспериментальная база им. Суворова” Узденского р-на Минской обл. в полевом опыте на дерново-подзолистой рыхло супесчаной, подстилаемой с глубины 1.2 м мореной, почве в зернопропашном севообороте: картофель–яровой ячмень–озимая рожь–овес в 2002–2006 гг. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следу-

ющие показатели: pH_{KCl} 5.9–6.2; P_2O_5 (0.2 н. HCl) – 120–140; K_2O (0.2 н. HCl) – 120–150 мг/кг почвы; гумус (0.4 н. $K_2Cr_2O_7$) – 2.1–2.3%.

Различные виды органических удобрений: солоmistый навоз КРС 40 т/га ($N_{общ}$ – 4.6, P_2O_5 – 4.9, K_2O – 8.3 кг/т); жидкий навоз КРС 80 т/га ($N_{общ}$ – 1.3, P_2O_5 – 1.7, K_2O – 2.1 кг/т); солома озимой ржи 4 т/га ($N_{общ}$ – 6.0, P_2O_5 – 8.3, K_2O – 11.3 кг/т) в сочетании с N40, жидким навозом КРС 20 и 80 т/га вносили под картофель без минеральных удобрений и совместно с полным минеральным удобрением. Дозы минеральных удобрений (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) для отдельных культур севооборота составили: под картофель – N90P50K120, под яровой ячмень – N80P45K90, под озимую рожь – N60+30P45K100, под овес – N80P45K90 (в среднем за севооборот N85P46K100).

Опыт проведен на двух фонах: фон 1 – полная форма зеленого удобрения (запашка зеленой массы и корневых остатков люпина узколистного); фон 2 – отавная форма зеленого удобрения (запашка корневых и пожнивных остатков люпина узколистного). Всего было запахано зеленой массы люпина 11.3 т/га ($N_{общ}$ – 13.9, P_2O_5 – 4.3, K_2O – 8.0 кг/т) и корневых остатков люпина 4.3 т/га ($N_{общ}$ – 5.3, P_2O_5 – 9.1, K_2O – 5.3 кг/т).

Агротехника возделывания изучаемых культур – общепринятая для Республики Беларусь на фоне интегрированной системы защиты растений. Учет урожая – сплошной поделночный. Агрохимические показатели пахотного горизонта (pH_{KCl} , содержание P_2O_5 , K_2O , гумус) определяли по общепринятым методикам; балансовые расчеты проводили согласно методике Института почвоведения и агрохимии [4, 7, 11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение полного минерального удобрения, а также действие и последствие различных видов органических удобрений оказало существенное влияние как на урожайность отдельных сельскохозяйственных культур, так и продуктивность зернопропашного севооборота (табл. 1).

При возделывании картофеля сорта Сузор'е внесение различных видов органических удобрений обеспечило прибавку урожайности клубней 12–34 ц/га (органическая система удобрения) и 13–42 ц/га (органоминеральная система удобрения). Наиболее эффективным оказалось применение солоmistого навоза КРС 40 т/га, способствовавшего увеличению урожайности клубней на 34–42 ц/га при окупаемости на 1 т навоза 85–105 кг клубней. Различные формы использования зеленого удобрения обеспечили дополнительный сбор 22–26 ц клубней/га. Внесение под предпо-

дочную культивацию N90P50K120 увеличивало урожайность клубней картофеля на 12–24 ц/га.

В исследованиях с яровым ячменем сорта Дзівосны последствие различных видов органических удобрений (1-й год) при органической системе удобрения увеличивало урожайность зерна на 2.3–5.4 ц/га, при органоминеральной системе удобрения – на 0.2–5.0 ц/га. Внесение в предпосевную культивацию N80P45K90 способствовало получению прибавки урожайности зерна ячменя 13.6–18.8 ц/га. Последствие полного и отавного использования зеленого удобрения увеличивало урожайность зерна ячменя на 2.4–3.5 ц/га.

При возделывании озимой ржи сорта Ясельда 2-й год последствия различных видов органических удобрений обеспечил дополнительный сбор зерна 1.8–5.4 ц/га. Дробное внесение N90 (N60 весной в начале возобновления вегетации + N30 в стадии первого узла) в сочетании с предпосевным применением P45K100 увеличивало урожайность зерна озимой ржи на 20.7–22.8 ц/га.

Третий год последствия органических удобрений при возделывании овса сорта Полонез увеличивал урожайность зерна на 2.4–4.9 ц/га при разнице эффективности их различных видов во всех опытных вариантах в пределах HCP_{05} . Внесение в предпосевную культивацию N80P45K90 способствовало получению прибавки урожайности зерна овса 15.9–18.2 ц/га.

В целом за ротацию зернопропашного севооборота полное использование зеленого удобрения (запашка зеленой массы и корневых остатков люпина узколистного) увеличивала продуктивность на 4.2 ц к.е./га, запашка только корневых и пожнивных остатков – на 3.8 ц к.е./га.

Действие и последствие различных видов органических удобрений обеспечило дополнительный сбор 2.8–6.9 ц к.е./га. Более высокие показатели агрономической эффективности в севообороте получены в вариантах с использованием солоmistого навоза КРС 40 т/га, а также соломы озимой ржи 4 т/га и жидкого навоза КРС 80 т/га (прибавка продуктивности 5.7–6.9 ц к.е./га). Отдельное применение жидкого навоза КРС 80 т/га способствовало увеличению продуктивности севооборота на 4.9–5.2 ц к.е./га; совместное внесение соломы 4 т/га и жидкого навоза КРС 20 т/га – на 3.7–5.1 ц к.е./га, внесение соломы 4 т/га в сочетании с N40 – на 2.8–4.1 ц к.е./га.

Среднегодовое применение N85P46K100 обеспечило прибавку продуктивности зернопропашного севооборота при минеральной системе удобрения 20.2 ц к.е./га, при органоминеральной – 18.8–20.6 ц к.е./га.

Наряду с показателями агрономической эффективности большое значение при оценке системы удобрения имеют показатели экономической эф-

Таблица 1. Влияние удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Урожайность товарной продукции, ц/га				Сбор к.с., ц/га	Прибавка, ц к.с./га	
	картофель (клубни) 2002–2003 гг.	ячмень (зерно) 2003–2004 гг.	озимая рожь (зерно) 2004–2005 гг.	овес (зерно) 2005–2006 гг.		органические удобрения	НРК
Без удобрений	94	17.7	21.5	26.7	29.6	–	–
Отavnая форма зеленого удобрения	120	20.1	21.9	28.8	33.4	3.8	–
Полная форма зеленого удобрения (фон)	116	21.2	22.0	29.4	33.8	4.2	–
Фон + N340P185K400	132	37.3	43.0	47.6	54.0	–	20.2
Фон + солома 4 т/га + N40	128	25.5	23.8	32.2	37.9	4.1	–
Фон + солоmistый навоз 40 т/га	150	26.6	24.4	32.9	40.3	6.5	–
Фон + жидкий навоз (ЖН) 80 т/га	136	23.5	25.6	32.9	38.7	4.9	–
Фон + солома 4 т/га + ЖН 20 т/га	133	23.8	25.0	34.4	38.9	5.1	–
Фон + солома 4 т/га + ЖН 80 т/га	137	26.5	27.4	34.1	40.1	6.3	–
Фон + солома 4 т/га + N40 + N340P185K400	146	38.7	46.6	50.3	56.8	2.8	18.9
Фон + солоmistый навоз 40 т/га + N340P185K400	174	40.2	46.0	50.6	60.9	6.9	20.6
Фон + ЖН 80 т/га + N340P185K400	159	42.3	46.7	50.5	59.2	5.2	20.5
Фон + солома 4 т/га + ЖН 20 т/га + N340P185K400	145	37.5	46.6	51.0	57.7	3.7	18.8
Фон + солома 4 т/га + ЖН 80 т/га + N340P185K400	159	40.8	48.1	50.0	59.7	5.7	19.6
НСР ₀₅	7.2	1.6	1.8	2.1	2.4		

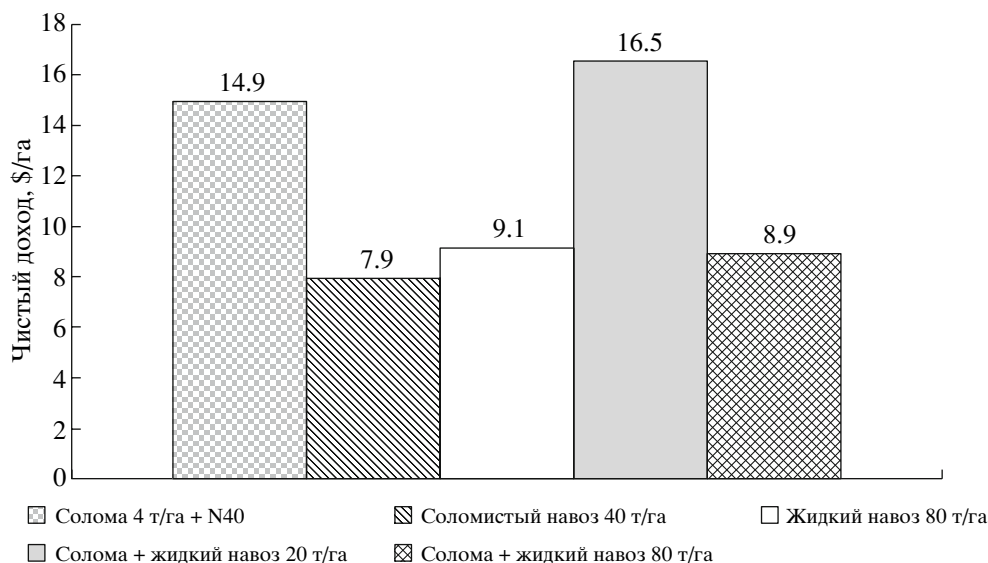


Рис. 1. Экономическая эффективность применения различных видов органических удобрений в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистой супесчаной почве.

эффективности, позволяющие экономически обосновать и выбрать наиболее оптимальные виды и сочетания удобрений.

Внесение полного минерального удобрения в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистой супесчаной на морене почве обеспечило чистый доход 59.7–71.4 \$/га.

Действие и последствие различных видов органических удобрений при органо-минеральной системе удобрения в зернопропашном севообороте способствовало получению чистого дохода 7.9–16.5 \$/га (рис. 1). Наибольшую экономическую эффективность обеспечило внесение соломы 4 т/га совместно с жидким навозом КРС 20 т/га (чистый доход 16.5 \$/га), а также внесение соломы 4 т/га и N40 (чистый доход 14.9 \$/га), что связано, прежде всего, с затратами на использование различных видов органических удобрений. Средние цены на приготовление, доработку и внесение органических удобрений в Республике Беларусь составляют (расстояние транспортировки навоза – 5 км): соломистый навоз по прямоочной технологии – 3.70 \$/т; жидкий навоз – 1.37 \$/т; солома (без учета дополнительного внесения азота) – 0.79 \$/т.

Научные основы применения удобрений в земледелии базируются на познании круговорота веществ и их баланса. Дефицит элементов питания и, соответственно, возможное истощение почвенных запасов выясняется на основе балансовых расчетов (путем сопоставления приходных статей элементов питания с расходными статьями), которые являются одним из способов проверки предполагаемой системы удобрения.

В наших исследованиях в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистой супесчаной на морене почве в контрольном варианте без применения удобрений интенсивность баланса азота составила 39, фосфора – 22, калия – 30% (табл. 2). В варианте с заашкой корневых и пожнивных остатков люпина узколистного интенсивность баланса азота составила 47, фосфора – 68, калия – 36%.

На фоне заашки люпина узколистного (в среднем зеленой массы 11.3 т/га и корневых остатков 4.3 кг/га) положительный баланс азота и фосфора получен во всех исследуемых вариантах с максимальными значениями в вариантах с органо-минеральной системой удобрения. В варианте без применения минеральных и органических удобрений, а также при внесении соломы с N40 или жидкого навоза 20 т/га интенсивность баланса калия составила 65–86, во всех остальных исследуемых вариантах – 104–181%.

Важнейшим критерием оценки системы удобрения является воспроизводство основных агрохимических показателей почвенного плодородия – кислотности, содержания гумуса, подвижных соединений фосфора и калия.

В наших исследованиях в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистой супесчаной почве полная заашка люпина узколистного в сочетании с внесением всех видов органических удобрений и полного минерального удобрения обеспечила воспроизводство содержания гумуса в пахотном горизонте (табл. 3). Уменьшение содержания гумуса на 0.08% отмечено лишь в контрольном варианте без удобрений; при заашке только корневых и пожнивных остатков люпина узколистного отмече-

Таблица 2. Среднегодовой баланс элементов питания в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	баланс, ±кг/га	ИБ*, %	баланс, ±кг/га	ИБ*, %	баланс, ±кг/га	ИБ*, %
Без удобрений	-24.5	39	-13.5	22	-46.8	30
Отавная форма зеленого удобрения	-24.3	47	-6.3	68	-46.8	36
Полная форма зеленого удобрения (фон)	+12.5	126	+5.3	126	-26.0	65
Фон + N340P185K400	+73.8	202	+39.3	220	+45.5	144
Фон + солома 4 т/га + N40	+24.3	146	+9.8	140	-23.8	72
Фон + солоmistый навоз 40 т/га	+53.0	199	+51.0	310	+42.0	147
Фон + жидкий навоз (ЖН) 80 т/га	+34.3	164	+35.5	243	+3.3	104
Фон + солома 4 т/га + ЖН 20 т/га	+22.3	143	+19.0	180	-38.8	86
Фон + солома 4 т/га + ЖН 80 т/га	+37.8	168	+43.0	269	+9.3	110
Фон + солома 4 т/га + N40 + NPK	+83.0	205	+44.5	224	+43.3	137
Фон + солоmistый навоз 40 т/га + NPK	+105	220	+83.8	322	+104	181
Фон + ЖН 80 т/га + NPK	+90.3	210	+69.0	284	+71.8	161
Фон + солома 4 т/га + ЖН 20 т/га + NPK	+76.3	193	+52.5	244	+57.3	151
Фон + солома 4 т/га + ЖН 80 т/га + NPK	+94.3	212	+77.3	306	+77.3	162

* ИБ – интенсивность баланса.

на некоторая тенденция снижения содержания гумуса с 2.32 до 2.30%.

Увеличение содержания подвижных фосфатов (0.2 н. HCl) в пахотном горизонте отмечено во всех исследуемых вариантах с применением полной или отавной форм зеленого удобрения. Лишь в контрольном варианте без применения всех видов удобрений отмечена тенденция снижения подвижных фосфатов в пахотном горизонте.

Снижение содержания обменных соединений калия (0.2 н. HCl) за ротацию севооборота отмече-

но в вариантах с отрицательным балансом этого элемента: в контрольном варианте без применения удобрений содержания калия за четырехпольную ротацию севооборота снизилось на 39 мг/кг; в вариантах с отдельным использованием зеленого удобрения – на 24–27 мг/кг, в вариантах с внесением соломы в сочетании с N40 или жидкого навоза 20 т/га – на 11–18 мг/кг почвы. В вариантах с минеральной и органо-минеральной системами удобрения, где получен положительный баланс калия,

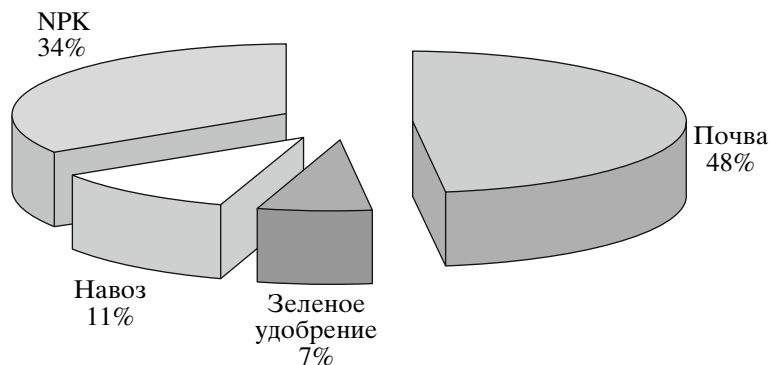


Рис. 2. Долевое участие отдельных факторов в формировании продуктивности зернопропашного севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Таблица 3. Динамика агрохимических показателей пахотного горизонта дерново-подзолистой супесчаной почвы в зернопропашном севообороте

Вариант	рН _{KCl}		P ₂ O ₅ , мг/кг		K ₂ O, мг/кг		Гумус, %	
	2001–2002 гг.	2005–2006 гг.	2001–2002 гг.	2005–2006 гг.	2001–2002 гг.	2005–2006 гг.	2001–2002 гг.	2005–2006 гг.
Без удобрений	6.93	5.68	128	126	191	152	2.53	2.45
Отавная форма зеленого удобрения	5.96	5.97	125	128	152	125	2.32	2.30
Полная форма зеленого удобрения (фон)	5.78	5.79	123	129	153	129	2.39	2.42
Фон + N340P185K400	5.81	5.85	121	147	152	171	2.54	2.59
Фон + солома 4 т/га + N40	5.87	5.91	126	140	154	136	2.37	2.39
Фон + солоmistый навоз 40 т/га	5.88	5.92	125	145	156	161	2.47	2.57
Фон + жидкий навоз (ЖН) 80 т/га	5.87	5.92	130	145	159	160	2.46	2.49
Фон + солома 4 т/га + ЖН 20 т/га	5.87	5.90	124	141	168	157	2.35	2.39
Фон + солома 4 т/га + ЖН 80 т/га	5.85	5.86	130	142	163	165	2.51	2.57
Фон + солома 4 т/га + N40 + NPK	5.84	5.89	127	162	162	168	2.47	2.54
Фон + солоmistый навоз 40 т/га + NPK	5.91	5.93	121	167	175	187	2.46	2.57
Фон + ЖН 80 т/га + NPK	5.85	5.88	127	161	169	181	2.49	2.56
Фон + солома 4 т/га + ЖН 20 т/га + NPK	5.87	5.89	134	169	170	178	2.44	2.49
Фон + солома 4 т/га + ЖН 80 т/га + NPK	5.73	5.75	125	157	171	185	2.45	2.53

отмечено воспроизводство содержания калия в пахотном горизонте.

Кислотность почвы на ротацию зернопропашного севооборота в удобренных вариантах практически не изменилась, а в контрольном варианте снизилась с 5.93 до 5.68 ед.

Плодородие дерново-подзолистой супесчаной на морене почвы обеспечило 48% продуктивности севооборота картофель–ячмень–озимая рожь–овес (рис. 2). Внесение минеральных удобрений способствовало получению 34, солоmistого навоза КРС – 11, зеленого удобрения – 7% продуктивности севооборота.

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной, подстилаемой с глубины 1.2 м мореной почве внесение различных видов органических удобрений (подстилочный навоз, жидкий навоз, солома) в сочетании с N85P46K100 обеспечило продуктивность зернопропашного севооборота картофель–ячмень–озимая рожь–овес 56.8–60.9 ц к.е./га.

2. Полное и отавное использование зеленого удобрения (запашка зеленой массы и корневых остатков или запашка только пожнивных и корневых остатков люпина узколистного) оказались равноценными – прибавка продуктивности севооборота составила 3.8–4.2 ц к.е./га.

3. Действие и последствие различных видов органических удобрений увеличило продуктивность зернопропашного севооборота на 2.8–6.9 ц к.е./га при чистом доходе 7.9–16.5 \$/га и воспроизводство содержания гумуса, фосфора и калия в пахотном горизонте. Лучшим по агрономической эффективности оказалось применение солоmistого навоза КРС 40 т/га (прибавка продуктивности севооборота – 6.5–6.9 ц к.е./га, увеличение содержания гумуса – 0.10–0.11%).

4. Внесение полного минерального удобрения способствовало увеличению продуктивности зернопропашного севооборота на 18.8–20.6 ц к.е./га при чистом доходе 59.7–71.4 \$/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бамбалов Н.Н., Соколов Г.А., Курзо Б.В. Инструкция по использованию сапрелея в сельскохозяйственном производстве. БелНИВНФХ в АПК. Минск, 2007. 30 с.
2. Босак В.Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений. БелНИВНФХ в АПК. Минск, 2005. 44 с.
3. Босак В.Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: монография. Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2003. 176 с.

4. Вильдфлуш И.Р., Кукреш С.П., Ходянкова С.Ф. Практикум по агрохимии. Минск: Ураджай, 1998. 270 с.
5. Еськов А.И., Новиков М.Н., Лукин С.М. Справочная книга по производству и применению органических удобрений. Владимир: ВНИПТИОУ, 2001. 496 с.
6. Камасин С.М. Органические удобрения. Агрохимия. Минск: Ураджай, 2001. С. 220–251.
7. Лана В.В., Богдевич И.М., Ивахненко Н.Н. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь. Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2001. 20 с.
8. Лана В.В., Босак В.Н. Оптимальные дозы удобрений под сельскохозяйственные культуры: Рекомендации. БелНИИПА. Минск, 2002. 20 с.
9. Лана В.В., Босак В.Н., Головатый С.Е. Инструкция по использованию торфа в сельскохозяйственном производстве. Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2006. 25 с.
10. Лана В.В., Босак В.Н., Пироговская Г.В. Применение органических удобрений в севооборотах: рекомендации. Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2006. 20 с.
11. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: Сб. отраслевых регламентов. Минск: Белорусская наука, 2005. 304 с.

Effect of Organic Fertilizers on the Productivity of Grain Row Crop Rotation and the Fertility of Loamy Sandy Soddy-Podzolic Soil

V. N. Bosak^{1,2}, A. A. Golovach¹, T. V. Dembitskaya¹, and E. G. Mesenzeva¹

¹*Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry
ul. Kazintsa 62, BY-220108 Minsk, Republic of Belarus*

²*Polessky State University
BY-225710 Pinsk, Republic of Belarus*

E-mail: bosak1@tut.by

In researches on sod-podzolic loamy sand soil the application of different kinds of organic fertilizers (straw manure, liquid manure, straw) on NPK background has provided an increase of productivity of cereal-tilled crop rotation with potato – barley – winter rye – oat 0.28–0.69 ton per hectare of fodder units and the net profit 7.9–16.5 \$ per hectare at reproduction of the humus, phosphorus and potassium contents in arable horizon.