

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ И РЫХЛОСУПЕСЧАНОЙ ПОЧВАХ

Е.Н. Богатырева¹, Т.М. Серая¹, Р.Н. Бирюков¹, О.М. Бирюкова¹,
В.В. Туров¹, М.Э. Родина¹, Т.П. Трипутина²

¹Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей сельского хозяйства является получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур с хорошими качественными показателями. Наибольший агроэкономический эффект может быть получен лишь на фоне гармоничного сочетания всех факторов жизни растений, позволяющих оптимизировать процессы превращения энергии и обмена веществ в растительном организме, начиная от фотосинтеза и кончая образованием конечных продуктов жизнедеятельности растений (белков, жиров, углеводов и других продуктов органического синтеза) [1, 2]. Одним из главных условий, обеспечивающих получение максимально возможного урожая, стабильное питание растений и улучшающих эффективное и потенциальное плодородие почв в агроценозах, является разработка и внедрение ресурсосберегающих, экологически безопасных научно-обоснованных систем удобрения [3, 4].

На современном этапе совершенствование систем применения удобрений должно быть направлено, прежде всего, на повышение окупаемости удобрений, получение экономически обоснованной урожайности сельскохозяйственных культур и поддержание достигнутого плодородия пахотных земель [5, 6]. Исключительно важная роль в увеличении общей продуктивности сельскохозяйственных культур принадлежит минеральным и органическим удобрениям и их правильному сочетанию в севообороте. В 2009 г. в сельскохозяйственных организациях республики на пахотных землях было внесено 1340 тыс. т минеральных удобрений (NPK) и 41,3 млн. т органических удобрений, что составило соответственно 288 кг/га и 8,9 т/га пашни. Эффективность минеральных удобрений обусловлена внесением их в отдельные периоды вегетации сельскохозяйственных культур, что позволяет оптимизировать основные факторы роста и развития растений по периодам органогенеза. Органические удобрения, наоборот, обладают пролонгированным действием, образуя резерв доступных питательных веществ в течение всего вегетационного периода. Положительное влияние органических удобрений на урожайность культур севооборота, продолжающееся более длительный период в отличие от минеральных удобрений, обусловлено более медленным высвобождением питательных веществ по мере минерализации органического вещества. Ценность органических удобрений состоит также в том, что они служат не только источником питательных веществ для растений, но и характеризуются широким спектром воздействия на все агрономически важные функции почвы (повышают количество гумуса, улучшают физико-химические свойства почвы, усиливают ее биологическую активность и др.) [7, 8]. Наиболее благоприятные условия для формирования стабильных и высоких урожаев сельскохозяйственных культур высокого качества создаются при комплексном применении органических и минеральных удобрений [9, 10].

Несмотря на многочисленные исследования, изучение сравнительного действия разных видов удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, предусматривающее рациональное сочетание доз органических и минеральных удобрений с учетом биологических особенностей растений и их чередования в севообороте, представляет научно-практический интерес.

Цель наших исследований – изучить влияние органических и минеральных удобрений и их сочетаний на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистых легкосуглинистой и рыхлосупесчаной почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния органических и минеральных удобрений на продуктивность звена пятипольного плодосменного севооборота проводили на протяжении 2006-2009 гг. в двух стационарных полевых опытах на дерново-подзолистых почвах. В СПК “Щемяслица” Минского района опыт заложен на дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на мощном лессовидном суглинке, почве со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя: pH_{KCl} 5,4-5,7, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 275-315 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 180-200 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М $K_2Cr_2O_7$) – 1,60-1,65%. Исследования на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной на морене почве проводили в РУП “Экспериментальная база им. Суворова” Узденского района. Почва опытного участка характери-

зовалась следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 5,6-5,9, содержание P_2O_5 – 140-160 мг/кг, K_2O – 160-180 мг/кг почвы, гумуса – 2,35-2,45%.

Чередование сельскохозяйственных культур в звене севооборота было следующим: кукуруза гибрида Родник – яровой рапс сорта Антей – озимое тритикале сорта Вольтаро.

Опыты развернуты в двух полях, повторность вариантов четырехкратная. Исследования проводятся методом расщепленных делянок. Схема опыта представлена в таблице 1.

Схема опыта предусматривала раздельное внесение минеральных и органических удобрений и их сочетание. Органические удобрения (20, 40 и 60 т/га) в виде соломистого навоза крупного рогатого скота (КРС) в севообороте вносили под кукурузу. Дозы минеральных удобрений (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) для отдельных сельскохозяйственных культур составили: кукуруза – $N_{90+30}P_{60}K_{120}$, яровой рапс – $N_{80+30}P_{60}K_{120}$, озимое тритикале – $N_{70+30}P_{60}K_{120}$ (среднегодовая доза на 1 га в звене севооборота – $N_{110}P_{60}K_{120}$). Под все культуры фосфорные и калийные удобрения внесены согласно схеме опыта под предпосевную культивацию. Азотные удобрения при возделывании кукурузы применяли под предпосевную культивацию (N_{90}) и в подкормку в фазу 6-8 листьев (N_{30}); при выращивании ярового рапса – под предпосевную культивацию (N_{80}) и в фазу стеблевания (N_{30}); озимого тритикале – весной в начале активной вегетации (N_{70}) и в фазу начало выхода в трубку (N_{30}).

Агротехника возделывания изучаемых культур – общепринятая для Республики Беларусь. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной системы защиты растений [11]. Агрохимические показатели пахотного слоя определяли по общепринятым методикам: обменную кислотность pH_{KCl} – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91); гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91).

Уборку и учет урожайности изучаемых сельскохозяйственных культур проводили сплошным методом поделочно. Для статистической обработки экспериментального материала применяли метод дисперсионного анализа с использованием программы MS Excel. Расчет экономической эффективности выполнен согласно принятой методике в ценах на удобрения и продукцию на 01.09.2009 г. [12]. Стоимость 1 т к.ед. – 334,7 тыс. руб., доработки 1 т к.ед. прибавки урожая – 74,5 тыс. руб. Затраты на внесение 1 т органических удобрений по прямоточной технологии на расстояние 60 км – 11,92 тыс. руб.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Продуктивность севооборота относится к числу основных показателей, определяющих эффективность различных систем удобрения. Результаты исследований на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве показали, что в зависимости от систем удобрения продуктивность звена севооборота варьировала в пределах от 65,9 до 114,1 ц/га к.ед. (табл. 1).

Таблица 1

Влияние органических и минеральных удобрений на агроэкономическую эффективность культур в звене севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Средне- годовая продук- тив- ность, ц/га к.ед.	Прибавка, ц/га к.ед		Окупаемость удобрений, к.ед.		Экономическая эффектив- ность			
		навоз	мине- раль- ные удоб- рения	1 т наво- за	1 кг д.в. NPK	навоз		минеральные	
						чистый доход, тыс. руб./га	рента- бель- ность, %	чистый доход, тыс. руб./га	рента- бель- ность, %
Без удобрений	65,9	–	–	–	–	–	–	–	–
N_{110}	93,2	–	27,3	–	24,8	–	–	564,7	162
$N_{110}P_{60}K_{120}$	99,8	–	33,9	–	11,7	–	–	523,8	86
Навоз 20 т/га – Фон 1	74,9	9,0	–	44,8	–	185,2	162	–	–
Фон 1 + N_{110}	97,9	4,7	23,0	23,3	20,9	73,4	89	452,9	143
Фон 1 + $N_{110}P_{60}K_{120}$	104,7	4,9	29,8	24,4	10,3	79,1	94	417,8	72
Навоз 40 т/га – Фон 2	83,1	17,2	–	43,0	–	352,5	158	–	–
Фон 2 + N_{110}	102,8	9,6	19,7	24,1	17,9	155,0	93	367,1	126
Фон 2 + $N_{110}P_{60}K_{120}$	110,3	10,5	27,1	26,2	9,4	177,0	102	348,3	62
Навоз 60 т/га – Фон 3	88,4	22,5	–	37,5	–	442,2	142	–	–
Фон 3 + N_{110}	107,3	14,1	18,9	23,5	17,2	223,9	90	346,4	121
Фон 3 + $N_{110}P_{60}K_{120}$	114,1	14,3	25,7	23,8	8,8	228,4	92	310,0	56
HCP_{05}	4,8								

В среднем за звено севооборота выход кормовых единиц в 1,5 раза был выше на агрофонах по сравнению с вариантом без внесения удобрений. Применение минеральных удобрений обеспечило дополнительный сбор 27,3-33,9 ц/га к.ед. Агрономическая эффективность минеральных удобрений повышалась с увеличением дозы их внесения. Среднегодовая продуктивность сельскохозяйственных культур звена севооборота при одностороннем применении азотных удобрений увеличилась на 41% по сравнению с вариантом без удобрений, при полном минеральном удобрении – на 51%. Более высокая окупаемость минеральных удобрений (24,9 к.ед.) получена в варианте с односторонним применением азотных удобрений. При внесении азотных удобрений на фоне $P_{60}K_{120}$ оплата 1 кг NPK была на уровне 11,7 к.ед.

В отличие от минеральных удобрений действие и последствие органических удобрений на продуктивность звена севооборота, возделываемого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, было менее эффективным. При органической системе удобрения внесение 20 т/га навоза увеличило выход кормовых единиц на 9,0 ц/га по сравнению с вариантом без удобрений. С увеличением дозы навоза до 40 т/га дополнительный сбор составил 17,2 ц/га к.ед. Наиболее высокая прибавка (22,5 ц/га к.ед.) получена на фоне действия и последствия 60 т/га органических удобрений. В среднем по опыту на фоне органической системы удобрения продуктивность звена севооборота была на 25% выше, чем в варианте без удобрений, и на 15% ниже по сравнению с минеральной системой удобрения. Оплата 1 т органических удобрений была достаточно высокой и зависела от дозы их внесения, варьируя в пределах 37,5-44,8 к.ед.

При органоминеральной системе удобрения продуктивность формировалась на уровне 97,9-114,1 ц/га к.ед. Совместное применение подстильного навоза и минеральных удобрений увеличило продуктивность звена севооборота по сравнению с вариантом без удобрений в среднем на 40,3 ц/га, органической и минеральной системами удобрения соответственно на 24,1 и 9,7 ц/га к.ед. При этом органические удобрения обеспечили повышение выхода кормовых единиц на 4,7-14,3 ц/га, минеральные – на 18,9-29,8 ц/га. В вариантах, сочетающих внесение органических и минеральных удобрений, окупаемость 1 т навоза, в среднем составила 24,2 к.ед., 1 кг азота – 18,7 к.ед., 1 кг NPK – 9,5 к.ед. Отмечено снижение агрономической эффективности органических и минеральных удобрений при их сочетании по сравнению с вариантами, где они применялись отдельно. Величина данного показателя по органическим удобрениям уменьшилась на 37-48 %, по минеральным – на 12-31%.

Наиболее высокая продуктивность звена севооборота (110,3-114,1 ц/га к.ед.) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве получена при внесении среднегодовой дозы минеральных удобрений $N_{110}P_{60}K_{120}$ на фоне действия и последствия 40 и 60 т/га органических удобрений. Прибавка от внесения органических удобрений в данных вариантах составила 10,5-14,3 ц/га к.ед. при окупаемости 1 т навоза 23,8-26,2 к.ед; от применения минеральных удобрений – 25,7-27,1 ц/га к.ед. при окупаемости 1 кг NPK 8,8-9,4 к.ед.

В среднем по опыту за счет действия и последствия подстильного навоза KPC получено 11,8 ц/га к.ед., минеральных удобрений – 30,6 ц/га к.ед., совместного действия минеральных и органических – 40,3 ц/га к.ед.

Анализ долевого участия отдельных факторов в формировании продуктивности звена севооборота, возделываемого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, показал, что за счет почвенного плодородия получено 58% продуктивности, за счет удобрений – 42% (рис. 1).

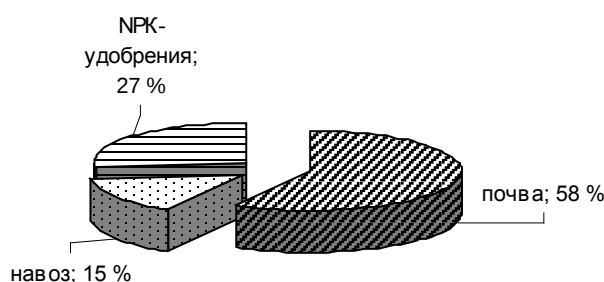


Рис. 1. Долевое участие отдельных факторов в формировании продуктивности культур в звене севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Применение минеральных удобрений повысило продуктивность севооборота в среднем по опыту на 27%, действие и последствие навоза – на 15%.

Хозяйственный вынос, характеризующий вынос элементов питания с урожаем основной и побочной продукции, относится к числу показателей, используемых для определения потребности

сельскохозяйственных культур в удобрениях. Результаты исследований показали, что минимальное накопление элементов питания в звене севооборота отмечено в варианте без удобрений (табл. 2).

Таблица 2

Среднегодовой хозяйственный вынос элементов питания в зависимости от систем удобрения в звене севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Хозяйственный вынос, кг/га				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Без удобрений	84,0	50,5	63,9	31,6	21,5
N ₁₁₀	143,7	79,2	114,5	49,6	30,1
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	156,5	89,1	142,5	60,4	35,2
Навоз 20 т/га – Фон 1	106,5	62,9	90,7	35,1	27,3
Фон 1 + N ₁₁₀	161,6	86,9	129,4	50,5	34,9
Фон 1 + N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	175,2	94,4	155,7	52,5	38,0
Навоз 40 т/га – Фон 2	126,7	71,0	93,0	40,7	27,8
Фон 2 + N ₁₁₀	174,0	91,9	126,3	46,2	33,3
Фон 2 + N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	188,9	100,4	162,0	55,4	38,1
Навоз 60 т/га – Фон 3	140,0	78,4	104,2	42,5	29,9
Фон 3 + N ₁₁₀	186,0	97,5	138,0	55,5	35,9
Фон 3 + N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	200,4	104,6	169,5	59,7	38,6

Применение минеральных удобрений увеличило общий вынос азота на 59,7-72,5 кг, фосфора – на 28,7-38,6, калия – на 50,6-78,6, кальция – на 18,0-28,8, и магния – на 8,6-13,7 кг. На фоне органической системы удобрения среднегодовой вынос азота, фосфора, калия, кальция и магния составил 124,4, 70,8, 96,0, 39,4 и 28,3 кг соответственно. Наиболее высокий уровень хозяйственного выноса питательных элементов характерен для вариантов с максимальной урожайностью, предусматривающих среднегодовое применение N₁₁₀P₆₀K₁₂₀ на фоне действия и последствия 40-60 т/га подстилочного навоза КРС.

Экономическая оценка различных систем применения удобрений является важным показателем, обеспечивающим рациональный, экономически оправданный подход к применению органических и минеральных удобрений. Согласно расчетам, более высокие показатели экономической эффективности от внесения минеральных удобрений получены в вариантах с односторонним применением азотных удобрений при среднегодовой дозе N₁₁₀ (табл. 1). Увеличение дозы минеральных удобрений снижало их эффективность, что обусловлено, прежде всего, высокой стоимостью фосфорных удобрений. При экономической оценке действия и последствия возрастающих доз органических удобрений установлено, что в среднем чистый доход от внесения навоза составил 213 тыс. руб. при рентабельности 114%. В вариантах с органоминеральной системой удобрения отмечено снижение экономических показателей по сравнению с вариантами, в которых эти удобрения вносили раздельно.

В целом по опыту в результате расчета показателей экономической эффективности установлено, что в звене севооборота, возделываемого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, чистый доход от применения удобрений составил 570 тыс. руб. при рентабельности 127%. В вариантах с максимальной продуктивностью данные показатели также достигали достаточных величин. Чистый доход составил 701-752 тыс. руб., рентабельность – 88-89%.

Исследования показали, что при возделывании сельскохозяйственных культур в звене севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве под влиянием различных систем удобрения продуктивность составила в среднем 92,6 ц/га к.ед., за счет почвенного плодородия получено 59,8 ц/га к.ед. (табл. 3). Применение минеральных удобрений на рыхлосупесчаной почве, обеспечивая прибавку кормовых единиц на уровне 20,7-29,8 ц/га, было менее эффективным по сравнению с их действием на легкосуглинистой почве. В целом на рыхлосупесчаной почве в варианте без удобрений и на фоне внесения минеральных удобрений продуктивность была на 11% меньше, чем в аналогичных вариантах на легкосуглинистой почве.

Применение органических удобрений в отличие от минеральных удобрений на рыхлосупесчаной почве характеризовалась более высокими показателями агрономической эффективности по сравнению с их величинами на легкосуглинистой почве. Органическая система удобрения с внесением 20-60 т/га подстилочного навоза способствовала достоверному увеличению выхода кормовых единиц на 12,5-31,3 ц/га по сравнению с вариантом без удобрений. Эффективность действия и последствия возрастающих доз навоза на рыхлосупесчаной почве была в среднем на 39% выше, чем на легкосуглинистой.

Эффективным агрономическим приемом повышения продуктивности звена севооборота на рыхлосупесчаной почве так же как и на легкосуглинистой, оказалось применение органических удобрений в сочетании с минеральными.

Таблица 3

Влияние органических и минеральных удобрений на агроэкономическую эффективность культур в звене севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве

Вариант	Средне- годовая продук- тив- ность, ц/га к.ед.	Прибавка, ц/га к.ед		Окупаемость удобрений, к.ед.		Экономическая эффектив- ность			
		навоз	мине- раль- ные удоб- рения	1 т наво- за	1 кг д.в. NPK	навоз		минераль- ные	
						чистый доход, тыс. руб./га	рента- бель- ность, %	чистый доход, тыс. руб./га	рента- бель- ность, %
Без удобрений	59,8	—	—	—	—	—	—	—	—
N ₁₁₀	80,5	—	20,7	—	18,8	—	—	394,2	132
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	89,6	—	29,8	—	10,3	—	—	417,0	72
Навоз 20 т/га – Фон 1	72,3	12,5	—	62,3	—	276,7	197	—	—
Фон 1 + N ₁₁₀	92,8	12,3	20,5	61,3	18,7	271,5	195	389,0	130
Фон 1 + N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	101,0	11,4	28,7	57,0	9,9	248,9	188	389,2	68
Навоз 40 т/га – Фон 2	83,9	24,1	—	60,3	—	532,6	194	—	—
Фон 2 + N ₁₁₀	102,7	22,2	18,8	55,4	17,1	481,4	185	343,1	120
Фон 2 + N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	111,4	21,8	27,5	54,6	9,5	472,7	183	357,1	64
Навоз 60 т/га – Фон 3	91,1	31,3	—	52,2	—	671,4	178	—	—
Фон 3 + N ₁₁₀	109,7	29,1	18,6	48,6	16,9	615,0	171	337,9	119
Фон 3 + N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	116,9	27,3	25,8	45,5	8,9	567,3	164	312,9	57
НСР ₀₅	4,9								

В вариантах с органоминеральной системой удобрения среднегодовая продуктивность составила в среднем 105,8 ц/га к.ед., достоверно увеличиваясь на 24 и 28% по сравнению с минеральной и органической системами удобрения соответственно. При этом дополнительный сбор кормовых единиц за счет применения подстилочного навоза составил 11,4-29,1 ц/га, минеральных удобрений – 18,6-28,7 ц/га.

Отмечено, что применение возрастающих доз органических удобрений и их сочетание с минеральными нивелировало различия в продуктивности звена севооборота, возделываемого на разных видах почв. В среднем по опыту в данных вариантах выход кормовых единиц на рыхлосупесчаной почве составил 98,0 ц/га, на легкосуглинистой – 98,2 ц/га, что обусловлено большей урожайностью зеленой массы кукурузы на рыхлосупесчаной почве несмотря на меньшую урожайность основной и побочной продукции ярового рапса и озимого тритикале.

Максимальная продуктивность звена севооборота на рыхлосупесчаной почве, аналогично легкосуглинистой, получена при органоминеральной системе удобрения, предусматривающей применение 40-60 т/га подстилочного навоза КРС на фоне минеральных удобрений в дозе N₁₁₀P₆₀K₁₂₀. Окупаемость 1 тонны навоза в данных вариантах составила 45,5-54,6 к.ед., 1 кг NPK – 8,9-9,5 к.ед.

Оплата 1 тонны навоза на рыхлосупесчаной почве в зависимости от системы удобрения варьировала в пределах 45,5-62,3 к.ед., составляя в среднем по опыту 55,2 к.ед. Величина данного показателя на рыхлосупесчанной почве была в 1,8 раза выше по сравнению с его значением, полученным на легкосуглинистой почве, в то время как окупаемость 1 кг NPK на рыхлосупесчаной почве была в среднем на 9% меньше, чем на легкосуглинистой почве, изменяясь от 8,9 до 18,8 к.ед.

На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве доля почвенного плодородия в формировании продуктивности звена севооборота составила 51%, что на 7% меньше по сравнению с легкосуглинистой почвой (рис. 2).

Внесение минеральных удобрений на рыхлосупесчаной почве повысило продуктивность в среднем по опыту на 28%, что сопоставимо с их влиянием на легкосуглинистой почве. На рыхлосупесчаной почве сложились более благоприятные условия для действия и последствий органических удобрений, эффективность которых была на 6% выше, чем на легкосуглинистой почве.

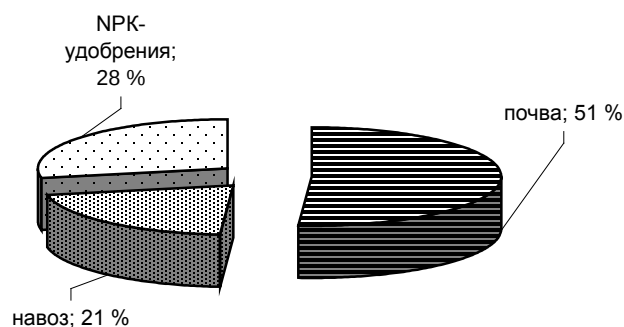


Рис. 2. Долевое участие отдельных факторов в формировании продуктивности культур в звене севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве

При анализе данных хозяйственного выноса элементов питания на рыхлосупесчаной почве в зависимости от систем удобрения установлены закономерности, аналогичные полученным на легкосуглинистой почве. За годы проведения исследований среднегодовой вынос азота в звене севооборота в среднем по опыту составил 133,2 кг/га, фосфора – 69,7, калия – 121,1, кальция – 25,4 и магния – 21,9 кг/га (табл. 4).

Таблица 4

Среднегодовой хозяйственный вынос элементов питания в зависимости от систем удобрения в звене севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве

Вариант	Хозяйственный вынос, кг/га				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Без удобрений	72,2	39,8	63,7	14,6	13,9
N ₁₁₀	113,0	58,5	98,1	23,0	20,2
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	129,0	70,5	116,5	24,1	22,4
Навоз 20 т/га – Фон 1	93,5	50,2	82,5	19,1	16,6
Фон 1 + N ₁₁₀	135,8	70,0	113,5	24,5	20,3
Фон 1 + N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	153,2	79,7	138,1	28,2	23,8
Навоз 40 т/га – Фон 2	110,7	59,0	101,8	22,9	20,4
Фон 2 + N ₁₁₀	153,0	76,9	134,9	28,4	22,9
Фон 2 + N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	169,0	88,3	162,4	31,3	27,9
Навоз 60 т/га – Фон 3	123,7	65,5	114,5	25,3	22,4
Фон 3 + N ₁₁₀	164,8	84,2	151,3	30,8	25,8
Фон 3 + N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	180,6	93,3	176,0	32,8	26,2

В вариантах с наиболее высокой урожайностью данные показатели находились на уровне: 169,0-180,6 кг/га азота, 88,3-93,3 кг/га фосфора, 162,4-176,0 кг/га калия, 31,3-32,8 кг/га кальция и 26,2-27,9 кг/га магния.

При анализе экономической эффективности установлено, что при возделывании культур в звене севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве рентабельность минеральной системы удобрения ниже, чем на легкосуглинистой. Применение минеральных удобрений на рыхлосупесчаной почве обеспечило получение 394-417 тыс. руб. чистого дохода при рентабельности 72-132% (табл. 3). Данные величины соответственно на 107-171 тыс. руб. и 14-30% меньше, чем на легкосуглинистой почве. На фоне органических удобрений отмечено снижение эффективности минеральных удобрений. При органоминеральной системе удобрения чистый доход от применения минеральных удобрений в среднем составил 355 тыс. руб., уровень рентабельности – 93%. Расчет экономической эффективности действия и последствий органических удобрений показал, что экономические показатели на рыхлосупесчаной почве характеризуются более высокими величинами по сравнению с аналогичными значениями на легкосуглинистой почве. В среднем на рыхлосупесчаной почве при органической системе удобрения чистый доход составил 477 тыс. руб. при рентабельности 190%.

Оценка показателей экономической эффективности показала, что при возделывании культур в звене севооборота на рыхлосупесчаной почве в среднем по опыту применение удобрений обеспечило чистый доход на уровне 671 тыс. руб. при рентабельности 140%, в том числе внесение органических удобрений способствовало получению 460 тыс. руб. чистого дохода и рентабельности 184%, минеральных удобрений – 368 тыс. руб. и 95% соответственно. В вариантах с наиболее высокой продуктивностью чистый доход достиг 890-984 тыс. руб. при рентабельности 106%.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее высокая продуктивность культур в звене севооборота на дерново-подзолистых почвах получена при органоминеральной системе удобрения, предусматривающей внесение минеральных удобрений (среднегодовая доза $N_{110}P_{60}K_{120}$) на фоне действия и последействия 40-60 т/га подстилочного навоза. На легкосуглинистой почве продуктивность составила 110,3-114,1 ц/га к.ед. при оплате 1 т навоза в среднем 25,0 к.ед., 1 кг NPK – 9,1 к.ед.; на рыхлосупесчаной почве данные показатели находились на уровне 111,4-116,9 ц/га к.ед., 50,1 и 9,2 к.ед. соответственно.

2. В вариантах с максимальной продуктивностью на легкосуглинистой почве чистый доход достиг 701-752 тыс. руб. при рентабельности 88-89%, на рыхлосупесчаной – 890-984 тыс. руб. при рентабельности 106%.

3. Среднегодовой хозяйственный вынос элементов питания при возделывании звена севооборота на легкосуглинистой почве составил 153,6 кг/га азота, 83,9 кг/га фосфора, 124,1 кг/га калия, 48,3 кг/га кальция и 32,6 кг/га магния, на рыхлосупесчаной – 133,2, 69,7, 121,1, 25,4 и 21,9 кг/га соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т.Н. Кулаковская. – Минск: Ураджай, 1978. – 272 с.
2. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрений и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1977. – 416 с.
3. Лапа, В.В. Оптимальные дозы удобрений под сельскохозяйственные культуры / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск: БелНИИПА, 2002. – 24 с.
4. Адаптивные системы земледелия в Беларуси / Мин-во сел. хоз-ва и продов. РБ, ААН РБ; под общ. ред. А.А. Попкова. – Минск: БелНИИАЭ, 2001. – 308 с.
5. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск: БелНИИПА, 2002. – 184 с.
6. Богдевич, И.М. Роль удобрений в интенсификации растениеводства / И.М. Богдевич // Интенсификация сельскохозяйственного производства – основа возрождения села, энергетической и продовольственной безопасности: академ. чтения, посвящ. 85-летию акад. М.М. Севернева. – Минск, 2006. – С. 28-41.
7. Справочная книга по производству и применению органических удобрений / А.И. Еськов [и др.]; ВНИПТИОУ. – Владимир, 2001. – С. 342.
8. Ганжара, Н.Ф. Влияние органических удобрений на свойства почвы и урожай / Н.Ф. Ганжара, В.А. Васильев // Агрохимия. – 1985. – № 2. – С. 70-74.
9. Кононова, М.М. Органическое вещество и плодородие почвы / М.М. Кононова // Почвоведение. – 1984. – № 8. – С. 6-20.
10. Детковская, Л.П. Эффективность совместного применения органических и минеральных удобрений / Л.П. Детковская, С.В. Леляго. – Минск: БелНИИИТИ, 1980. – 52 с.
11. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрас. регламентов / под общ. ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 462 с.
12. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]; БелНИИПА. – Минск, 1988. – 30 с.

THE AGROECONOMIC EFFICIENCY OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS IN A CROP ROTATION LINK ON SOD-PODZOLIC SOILS

E.N. Bogatyreva, T.M. Seraya, R.N. Biryukov, O.M. Biryukova,
V.V. Turov, M.Ed. Rodina, T.P. Triputina

Summary

The highest productivity of cultures in a crop rotation link on sod-podzolic soils is received at organic mineral fertilizing system providing entering of mineral fertilizers (mid-annual dose $N_{110}P_{60}K_{120}$) against a background effect and aftereffect 40-60 t/ha of straw manure. On light loamy soil productivity has made 110,3-114,1 c/ha of fodder units (f.u.) at payment of 1 t of manure on the average 25,0 f.u., 1 kg NPK – 9,1 f.u., on friable sandy soil the given parameters were at level of 111,4-116,9 c/ha 50,1 f.u. and 9,2 f.u. accordingly.

On sod-podzolic soils the net profit has made 701-984 thousand roubles at profitability of 88-106 % in variants with the maximum productivity.

Mid-annual economic nutrition elements removal at cultivation of a crop rotation link on sod-podzolic soils was 143,4 kg/ha of nitrogen, 76,8 kg/ha of phosphorus, 122,6 kg/ha potassium, 36,9 kg/ha of calcium and 27,3 kg/ha of magnesium in the middle.

Поступила 3 мая 2010 г.