

**EFFICIENCY OF MACRO- AND MICROFERTILIZERS IN
CULTIVATION BREWING BARLEY
ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL**

I.R. Vildflush, O.I. Mishura, I.V. Glatankova

Summary

Increasing of nitrogen fertilizer doses in the basic application from N_{16} to N_{90} on the background $P_{60}K_{90}$ significantly increased the brewing barley yield and the crude protein content in the grain, which not in one of the variants of the experiment did not exceed the permissible level (10,5 %). The maximum grain yield of barley (53,1 kg/ha) on average for 2011–2012 was obtained at foliar feeding barley by complex preparation MikroStim Cu, which compared with the background $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ in top-dressing increased the yield of 7,4 t/ha with permissible crude protein content in the grain.

Поступила 23.04.13

УДК 631.812.1'2:631.582:631.445.2

**ВЛИЯНИЕ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЗВЕНА СЕВООБОРОТА
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ**

О.М. Бирюкова, Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева, Е.Г. Мезенцева

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В структуре посевных площадей Республики Беларусь преобладают дерново-подзолистые почвы, которым свойственна большая природная пестрота свойств и низкий естественный уровень плодородия [1, 2].

Формирование высоких устойчивых урожаев на таких почвах тесно связано с интенсификацией сельскохозяйственного производства в целом и с применением удобрений в частности. На современном этапе совершенствование систем применения удобрений должно быть направлено, прежде всего, на повышение окупаемости удобрений, получение экономически обоснованной урожайности сельскохозяйственных культур, поддержание достигнутой продуктивности пахотных земель и охрану окружающей среды от загрязнения [3, 4, 5].

Систематическое применение органических удобрений не только позволяет повысить продуктивность сельскохозяйственных культур, но и оказывает положительное влияние на агрономически ценные свойства почвы [6]. При оценке эффективности органических удобрений следует учитывать, что они оказывают значительный, более продолжительный в сравнении с минеральными

удобрениями эффект на урожай сельскохозяйственных культур. Поэтому об эффективности удобрения можно судить по прибавке урожая всех культур севооборота. Размер последствия находится в прямой зависимости от величины прямого действия или от отзывчивости на навозное удобрение первой культуры. Чем больше прямое действие навоза, тем меньше последствие его на урожай последующих культур севооборота [7].

Цель исследований – оценить влияние различных видов и доз органических удобрений на продуктивность культур звена севооборота, вынос и баланс основных элементов питания растений.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ И ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2010–2012 гг. в стационарном полевом опыте, заложенном в ГП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области на дерново-подзолистой оглеенной внизу супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 80 см моренным суглинком. Испытания проводили в звене севооборота кукуруза – яровой рапс – озимое тритикале. Опыт развернут в двух полях, в четырехкратной повторности вариантов. Общая площадь делянки – 20 м² (4 м x 5 м). Всего в опыте 19 вариантов. Пахотный слой исследуемой почвы перед закладкой опыта характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН_{KCl} 5,5–5,6; содержание гумуса – 2,21–2,41 %, P₂O₅ (0,2 М HCl) – 155–205 мг/кг, K₂O (0,2 М HCl) – 227–246 мг/кг почвы.

Дозы минеральных удобрений: под кукурузу – N₉₀₊₆₀P₆₀K₁₄₀, яровой рапс – N₈₀₊₃₀P₆₀K₁₂₀, озимое тритикале – N₇₀₊₃₀₊₄₀P₆₀K₁₂₀. Среднегодовая доза составила N₁₃₃P₆₀K₁₂₇.

Фосфорные и калийные удобрения вносили весной в виде аммонизированного суперфосфата и хлористого калия, азотные – в виде карбамида под предпосевную культивацию и в подкормки.

Органические удобрения внесены под первую культуру звена севооборота – кукурузу. Дозы торфо-жомо-дефекато-соломисто-навозного (ТЖДСНК), торфо-лигно-соломисто-навозного (ТЛСНК) компостов и сапропелей выровнены по азоту, внесенному с 60 т/га подстилочного навоза КРС. Дозы подстилочного куриного помета, жидкого навоза КРС, органических удобрений (ОУ), получаемых на выходе биогазовой установки, эквивалентны по азоту, внесенному с минеральными удобрениями под кукурузу. Также изучены двойные дозы этих органических удобрений. Вермикомпост внесен в рекомендуемых дозах.

Предусмотрены варианты с органической, минеральной и органо-минеральной системами удобрения. Химический состав органических удобрений представлен в таблице 1.

Химический анализ органических удобрений выполнен в соответствии с ГОСТами: определение влаги и сухого остатка – по ГОСТ 26713–85, золы – по ГОСТ 26714–85, органического вещества – по ГОСТ 27980–88, общего азота – по ГОСТ 26715–85, общего фосфора – по ГОСТ 26717–85, общего калия – по ГОСТ 26718–85.

2. Плодородие почв и применение удобрений

В растительных образцах общий азот, фосфор, калий определяли из одной навески после мокрого озоления серной кислотой, азот – методом Къельдаля (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 30504–97).

Продуктивность севооборота в кормовых единицах (к.ед.) рассчитана с учетом побочной продукции согласно [8]. Математическая обработка экспериментального материала проведена дисперсионным методом с использованием программы MS Excel.

Таблица 1

Качественные показатели органических удобрений

Органические удобрения	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	C	Влажность, %	pH _{KCl}
	% в расчете на естественную влажность							
Подстилочный навоз КРС	0,43	0,26	0,33	0,13	0,06	9,6	77	7,87
ТЛСНК	0,43	0,23	0,36	0,31	0,09	10,5	71	7,30
ТЖДСНК	0,42	0,36	0,36	1,41	0,11	9,8	70	8,34
Сапропель органо-известковистый	0,66	0,40	0,39	2,89	0,14	8,8	48	7,90
Сапропель кремнеземистый	0,57	0,25	0,51	1,98	0,24	6,0	50	7,45
Вермикомпост	1,01	0,61	1,00	0,69	0,03	11,5	55	7,23
Жидкий навоз КРС	0,21	0,12	0,27	0,17	0,08	2,4	95	7,6
Подстилочный куриный помет	1,09	2,05	1,22	0,41	0,22	26,8	64	8,6
ОУ на выход биогазовой установки	0,52	0,32	0,33	0,17	0,07	3,1	96	8,1

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность культур звена севооборота (кукуруза на з.м., яровой рапс, озимое тритикале) на дерново-подзолистой супесчаной почве зависела от применяемых удобрений. Влияние минеральных и органических удобрений, а также их сочетаний на урожайность культур звена севооборота прослеживалось на протяжении всего срока исследований.

Суммарная продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве в варианте без применения удобрений составила 174,9 ц к.ед./га (табл. 2). Применение минеральной системы удобрения обеспечило дополнительный сбор 103,7 ц к.ед./га при окупаемости 1 кг NPK 7,6 к.ед.

Внесение под кукурузу подстилочного навоза КРС, торфо-лигино-соломисто-навозного (ТЛСНК) и торфо-жомо-дефекато-соломисто-навозного (ТЖДСНК) компостов в дозах, выровненных по азоту, за звено севооборота обеспечило прибавку

урожайности относительно контрольного варианта на уровне 55,2–62,3 ц к.ед./га. Окупаемость 1 т подстилочного навоза составила 95,1 к.ед., ТЛСНК – 92,0 к.ед./т, ТЖДСНК – 103,9 к.ед./т.

Анализ влияния подстилочного навоза и компостов на каждую культуру звена севооборота показал, что прибавка урожайности, выраженная в процентах к суммарной за звено севооборота от прямого действия указанных удобрений, составила от 74 до 78 % (табл. 3), за счет 1-го года последствия этих органических удобрений обеспечено 12–15 % дополнительного сбора урожая, за счет 2-го года – 8–14 %.

Применение $N_{400}P_{180}K_{380}$ на фоне подстилочного навоза и компостов обеспечило прибавку 140,5–141,4 ц к.ед./га. В этих вариантах за счет органических удобрений получено 36,8–37,7 ц к.ед./га, при этом 1 т подстилочного навоза окупалась 61,3 к.ед., 1 т ТЛСНК – 62,8 к.ед., 1 т ТЖДСНК – 61,5 к.ед. Окупаемость 1 кг НРК минеральных удобрений в среднем составила 6,1 к.ед. Относительно суммарной прибавки урожайности от органических удобрений за звено севооборота в вышеназванных вариантах за счет прямого действия получено 79–82 %, в 1-й год последствия – 11–13 %, во 2-й год – 5–9 %.

Совместное применение $N_{400}P_{180}K_{380}$ с кремнеземистым и органоминеральным сапропелями обеспечило по сравнению с вариантом без удобрений дополнительный сбор 136,9 и 133,2 ц к.ед./га соответственно при окупаемости 1 т сапропеля 73,7 и 73,8 к.ед.

Варианты с внесением вермикомпоста, отдельно и в сочетании с минеральными удобрениями, характеризовались высокой окупаемостью и максимальной величиной последствия. Внесение под кукурузу 15 т/га вермикомпоста обеспечило дополнительный сбор за звено севооборота 55,3 ц к.ед./га, при этом 64 % прибавки урожайности получено от прямого действия, 20 % – от 1-го года последствия, 16 % – от 2-го года последствия вермикомпоста. Окупаемость 1 т удобрения за три года составила 368,7 к.ед. В вариантах с органоминеральной системой удобрения вермикомпост обеспечил получение 11,9 ц к.ед./га при дозе 5 т/га и 36,7 ц к.ед./га при дозе 15 т/га при этом 1 т вермикомпоста окупалась 237,3 и 244,4 к.ед. соответственно.

Жидкий навоз КРС, подстилочный куриный помет, ОУ, получаемые на выходе биогазовой установки, в дозах, выровненных по азоту, внесенному с минеральными удобрениями под кукурузу, обеспечили прибавку урожайности культуры звена севооборота на уровне 55,6–63,7 ц к.ед./га относительно контрольного варианта. Двойные дозы вышеназванных удобрений дополнительно увеличивали урожайность в среднем на 38 %.

Следует отметить, что жидкий навоз КРС и отходы производства биогаза основное влияние на урожайность оказывали в год внесения: 91–93 % от суммарной прибавки обеспечило прямое действие. Последствие выражено слабо – 3–7 % от суммарной прибавки урожайности. В сравнении с жидкими видами органических удобрений подстилочный куриный помет обладал большим последствием. За счет 1-го года последствия 15 т/га помета получено 10 % прибавки урожайности от суммарной за севооборот, за счет 2-го года последствия – 12 %, внесение двойной дозы обеспечило 12 и 15 % прибавки соответственно.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 2

Влияние удобрений на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве, 2010–2012 гг.

Вариант	Продуктивность, ц к.ед./га	Прибавка, ц к.ед./га			Окупаемость удобрений, к.ед.		
		к контролю	от удобрений		1 т органических	1 кг НРК органических	1 кг НРК минеральных
			органических	минеральных			
Без удобрений (контроль)	174,9	–	–	–	–	–	–
N ₄₀₀ P ₁₈₀ K ₃₈₀ – фон	278,6	103,7	–	103,7	–	–	7,6
Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	231,9	57,0	57,0	–	95,1	9,3	–
Фон + подстилочный навоз КРС, 60 т/га	315,4	140,5	36,8	83,5	61,3	6,0	6,1
ТЛСНК, 60 т/га	230,1	55,2	55,2	–	92,0	8,9	–
Фон + ТЛСНК, 60 т/га	316,3	141,4	37,7	86,2	62,8	6,1	6,3
ТЖДСНК, 60 т/га	237,3	62,3	62,3	–	103,9	9,1	–
Фон + ТЖДСНК, 60 т/га	315,6	140,7	36,9	78,3	61,5	5,4	5,8
Фон + сапропель кремнеземистый, 45 т/га	311,8	136,9	33,2	–	73,7	5,5	–
Фон + сапропель организованный известковистый, 40 т/га	308,2	133,2	29,5	–	73,8	5,1	–
Вермикомпост, 15 т/га	230,2	55,3	55,3	–	368,7	21,4	–
Фон + вермикомпост, 5 т/га	290,5	115,6	11,9	–	237,3	13,8	–
Фон + вермикомпост, 15 т/га	315,3	140,4	36,7	85,1	244,4	14,2	6,3
Жидкий навоз КРС, 75 т/га	230,5	55,6	55,6	–	74,1	12,4	–

Вариант	Продуктивность, ц к.ед./га	Прибавка, ц к.ед./га			Окупаемость удобрений, к.ед.		
		к контролю	от удобрений		1 т органических	1 кг НРК органических	1 кг НРК минеральных
			органических	минеральных			
Жидкий навоз КРС, 150 т/га	266,7	91,8	91,8	–	61,2	10,2	–
Подстилочный куриный помет, 15 т/га	238,6	63,7	63,7	–	424,5	9,7	–
Подстилочный куриный помет, 30 т/га	278,4	103,5	103,5	–	345,0	7,9	–
ОУ на выходе биогазовой установки, 30 т/га	230,9	56,0	56,0	–	186,7	16,0	–
ОУ на выходе биогазовой установки, 60 т/га	263,7	88,8	88,8	–	147,9	12,6	–

Окупаемость 1 т органических удобрений определялась содержанием основных элементов питания в их составе. Окупаемость 1 т органических удобрений, получаемых на выходе биогазовой установки, составила 186,7 к.ед. при внесении 30 т/га и 147,9 к.ед. при внесении 60 т/га. 1 т подстилочного куриного помета обеспечила получение 424,5 к.ед. при дозе внесения 15 т/га и 345 к.ед. при дозе внесения 30 т/га. Наиболее низкой окупаемостью характеризовался жидкий навоз КРС – 74,1–61,2 к.ед./т.

Таблица 3

**Соотношение прибавки урожая от прямого действия и
последствия органических удобрений**

Вид органического удобрения	Прибавка урожая, % к суммарной за звено севооборота		
	от прямого действия	от 1-го года последствия	от 2-го года последствия
Подстилочный навоз, 60 т/га	77	15	8
ТЛСНК	78	12	10
ТЖДСНК	74	12	14

2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 3

Вид органического удобрения	Прибавка урожая, % к суммарной за звено севооборота		
	от прямого действия	от 1-го года послед-действия	от 2-го года послед-действия
Вермикомпост, 15 т/га	64	20	16
Жидкий навоз КРС, 75 т/га	93	3	4
Жидкий навоз КРС, 150 т/га	86	5	9
Подстилочный куриный помет, 15 т/га	78	10	12
Подстилочный куриный помет, 30 т/га	73	12	15
Отходы производства биогаза, 30 т/га	91	3	6
Отходы производства биогаза, 60 т/га	88	5	7
на фоне NPK			
Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	80	11	9
ТЛСНК, 60 т/га	79	12	9
ТЖДСНК, 60 т/га	82	13	5
Сапропель кремнеземистый, 45 т/га	70	13	17
Сапропель органо-известковистый, 40 т/га	80	5	15
Вермикомпост, 5 т/га	74	16	10
Вермикомпост, 15 т/га	73	16	11

Наибольшая продуктивность культур звена севооборота установлена в вариантах с органо-минеральной системой удобрения. При оценке важности отдельных факторов в формировании совокупной продуктивности кукурузы на з.м., ярового рапса, озимого тритикале под влиянием минеральных удобрений на фоне подстилочного навоза КРС, компостов, сапропелей, вермикомпоста (15 т/га) отмечено, что значительная роль принадлежит почвенному плодородию дерново-подзолистой супесчаной почвы – 56 % урожая, 30 % сформировано за счет применения минеральных удобрений, 14 % – за счет прямого действия и последействия органических (рис. 1).

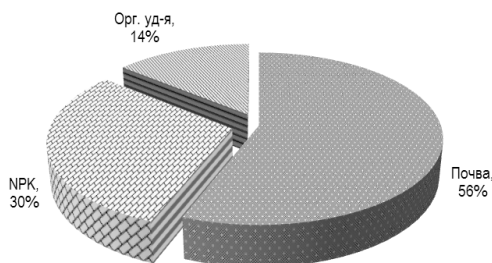


Рис. 1. Долевое участие отдельных факторов в формировании продуктивности культур звена севооборота в вариантах с органо-минеральной системой удобрения на дерново-подзолистой супесчаной почве

Общий вынос элементов питания зависел от видов и доз внесенных удобрений, продуктивности возделываемых культур и их содержания в основной и побочной продукции. Минимальный общий вынос элементов питания за звено севооборота отмечен в варианте без удобрений. Вынос азота составил 225,7 кг/га, фосфора – 113,6 кг/га, калия – 261,1 кг/га, кальция – 26,3 кг/га, магния – 25 кг/га (табл. 4). Применение минеральных удобрений увеличило общий вынос азота на 197,7 кг/га, фосфора – на 76 кг/га, калия – на 220 кг/га, кальция – на 20 кг/га, магния – на 18 кг/га. Внесение подстилочного навоза КРС, компостов и вермикомпоста способствовало увеличению общего выноса азота на 66–100 кг/га, фосфора – на 43–51 кг/га, калия – на 98–127 кг/га, кальция – на 12–19 кг/га, магния – на 8–12 кг/га. Органические удобрения, дозы которых выровнены по азоту, внесенному с минеральными удобрениями под кукурузу, увеличили общий вынос азота на 68–86 кг/га, фосфора – на 31–52 кг/га, калия – на 109–135 кг/га, кальция и магния – на 9–12 кг/га по сравнению с контрольным вариантом. Наибольшим выносом элементов питания характеризовались варианты с органо-минеральной системой удобрения, где вынос азота относительно контроля увеличился на 211–276 кг/га, фосфора – на 88–117 кг/га, калия – на 233–322 кг/га, кальция – на 26–34 кг/га, магния – на 21–25 кг/га.

Таблица 4

**Вынос элементов питания культурами звена севооборота
в зависимости от применяемых удобрений**

Вариант	Общий (хозяйственный) вынос, кг/га			Удельный вынос с 1 т к.ед., кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений (контроль)	225,7	113,6	261,10	12,9	6,5	14,9
N ₄₀₀ P ₁₈₀ K ₃₈₀ – фон	423,4	189,5	480,90	15,2	6,8	17,3
Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	304,8	160,6	388,40	13,1	6,9	16,7
Фон + подстилочный навоз КРС, 60 т/га	495,1	229,8	568,30	15,7	7,3	18,0
ТЛСНК, 60 т/га	291,4	157,4	361,00	12,7	6,8	15,7
Фон + ТЛСНК, 60 т/га	479,4	219,5	554,10	15,2	6,9	17,5
ТЖДСНК, 60 т/га	325,4	164,2	376,50	13,7	6,9	15,9
Фон + ТЖДСНК, 60 т/га	501,3	231,0	565,10	15,9	7,3	17,9
Фон + сапрпель кремнеземистый, 45 т/га	488,9	215,9	582,60	15,7	6,9	18,7

2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 4

Вариант	Общий (хозяйственный) вынос, кг/га			Удельный вынос с 1 т к.ед., кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Фон + сапрпель органо-известковистый, 40 т/га	473,1	214,9	538,50	15,4	7,0	17,5
Вермикомпост, 15 т/га	310,6	156,1	358,80	13,5	6,8	15,6
Фон + вермикомпост, 5 т/га	436,3	201,2	493,90	15,0	6,9	17,0
Фон + вермикомпост, 15 т/га	484,8	220,0	567,80	15,4	7,0	18,0
Жидкий навоз КРС, 75 т/га	293,5	144,2	393,20	12,7	6,3	17,1
Жидкий навоз КРС, 150 т/га	364,7	174,7	486,20	13,7	6,6	18,2
Подстилочный куриный помет, 15 т/га	311,7	165,5	395,70	13,1	6,9	16,6
Подстилочный куриный помет, 30 т/га	384,0	201,9	484,30	13,8	7,3	17,4
ОУ на выходе биогазовой установки, 30 т/га	298,8	155,7	369,60	12,9	6,7	16,0
ОУ на выходе биогазовой установки, 60 т/га	363,2	186,7	465,60	13,8	7,1	17,7
Среднее по опыту	381,9	184,3	457,5	14,2	6,9	17,0

На основании общего выноса элементов питания и продуктивности культур звена севооборота рассчитан их удельный вынос за звено севооборота на 1 т к.ед. В результате установлено, что удельный вынос основных элементов питания не значительно изменялся по вариантам. В среднем по опыту с 1 т к.ед. удельный вынос азота составил 14,2 кг, фосфора – 6,9 кг, калия – 17,0 кг, кальция – 1,8 кг, магния – 1,5 кг.

Баланс основных элементов питания в системе удобрение – почва – растение является математическим выражением круговорота питательных элементов в земледелии и оценивается по разности между их приходом и расходом. Расчет хозяйственного баланса элементов питания, интенсивности баланса и реутилизации основных элементов питания на основании полученных результатов позволяет оценить эффективность и обоснованность применения различных видов и доз органических удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Расчеты показали, что при высокой продуктивности культур звена севооборота применение только минеральных или органических удобрений не обеспечивает положительный баланс азота. Применение минеральных удобрений на фоне подстилочного навоза КРС, компостов и сапропелей обеспечивает небольшой положительный баланс азота – +23,6–62,7 кг/га (табл. 5). Установлено, что при органической системе с внесенными удобрениями в почву возвратилось 36–67 % азота, при орга-но-минеральной – реутилизация азота составила 8–39 %.

Таблица 5

Баланс элементов питания в дерново-подзолистой супесчаной почве за звено севооборота, 2010–2012 гг.

Вариант	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	баланс, ± кг/га	ИБ*	реутилизация	баланс, ± кг/га	ИБ	реутилизация	баланс, ± кг/га	ИБ	реутилизация
		%			%			%	
Без удобрений (контроль)	-191,5	32	0	-108,5	5	0	-312,7	3	0
N ₄₀₀ P ₁₈₀ K ₃₈₀ – фон	-89,2	85	0	-4,4	98	0	-152,5	72	0
Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	-86,1	80	59	12,5	108	104	-242,0	46	44
Фон + подстилочный навоз КРС, 60 т/га	23,6	103	35	123,3	154	73	-41,9	93	32
ТЛСНК, 60 т/га	-49,3	88	67	199,3	226	109	-155,2	63	61
Фон + ТЛСНК, 60 т/га	62,7	109	39	137,2	162	78	31,7	105	42
ТЖДСНК, 60 т/га	-106,9	76	56	197,3	220	107	-176,1	60	58
Фон + ТЖДСНК, 60 т/га	17,2	102	34	130,5	156	76	15,3	102	40
Фон + сапрпель кремнеземистый, 45 т/га	37,5	105	36	99,4	146	60	-35,8	94	34

2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 5

Вариант	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	баланс, ± кг/га	ИБ*	реу- ти- лиза- ция	ба- ланс, ± кг/га	ИБ	реути- лиза- ция	ба- ланс, ± кг/га	ИБ	реути- лиза- ция
Фон + сапропель органо-звестко- вистый, 40 т/га	56,4	108	38	138,2	164	78	-46,3	92	27
Вермикомпост, 15 т/га	-162,8	60	38	-59,5	62	59	-260,4	38	36
Фон + вермиком- пост, 5 т/га	-64,2	89	8	14,4	107	15	-115,5	79	9
Фон + вермиком- пост, 15 т/га	-37,0	95	22	56,6	126	42	-89,4	86	24
Жидкий навоз КРС, 75 т/га	-144,6	63	40	-79,6	45	41	-232,3	49	47
Жидкий навоз КРС, 150 т/га	-101,0	80	62	-50,6	71	68	-112,8	79	78
Подстилочный куриный помет, 15 т/га	-167,7	58	36	131,2	179	176	-260,1	43	41
Подстилочный куриный помет, 30 т/га	-121,1	76	59	410,7	303	300	-145,9	73	72
ОУ на выходе биогазовой уста- новки, 30 т/га	-149,9	62	39	-72,6	53	50	-343,2	20	18
ОУ на выходе биогазовой уста- новки, 60 т/га	-99,5	80	62	-25,6	86	83	-361,2	31	30

Примечание. ИБ – интенсивность баланса.

Наиболее благоприятным в опыте был баланс фосфора. Применение подстилочного навоза КРС, компостов и вермикомпоста обеспечило интенсивность баланса 108–226 %. Применение минеральных удобрений на фоне органических снижало показатель интенсивности баланса фосфора относительно органической системы в среднем на 40 %. При внесении жидкого навоза КРС и отходов производства биогаза как в дозах, выровненных по азоту, внесенному с

минеральными удобрениями под кукурузу, так и в двойных дозах баланс фосфора был отрицательным. Наибольшая интенсивность баланса фосфора получена в вариантах с применением подстилочного куриного помета – 179 % при дозе 15 т/га, при двойной дозе – 303 %. Реутилизация фосфора при применении органических удобрений составила 59–300 %. Внесенные органические удобрения на фоне NPK обеспечили возврат 15–78 % фосфора.

Небольшой положительный баланс калия получен только в вариантах с применением ТЛСНК + NPK – 31,7 кг/га и сапропеля кремнеземистого + NPK – 15,3 кг/га. Резко отрицательным балансом калия характеризовались варианты с применением ОУ на выходе биогазовой установки (–343,2 – –361,2 кг/га). В связи с чем при применении этих удобрений следует дополнительно вносить минеральные калийные удобрения во избежание снижения содержания подвижного калия в почве.

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой супесчаной почве наибольшая продуктивность культур звена севооборота получена в вариантах с органо-минеральной системой удобрения 308,2–316,3 ц к.ед./га при максимальном выносе элементов питания: азота – 473–501 кг/га, фосфора – 215–231 кг/га, калия – 539–583 кг/га.

2. Прибавки урожайности по годам, выраженные в процентах к суммарным за звено севооборота, отражающие величины прямого действия, 1-го и 2-го года последствия органических удобрений, позволили установить, что жидкий навоз КРС и отходы производства биогаза обладали наибольшим прямым действием: 93 % и 91 % соответственно при одинарной дозе, 86 % и 88 % – при двойной. Наибольшим последствием (36 %) обладал вермикомпост.

3. Окупаемость 1 т органических удобрений определялась содержанием в них основных элементов питания. Максимальной окупаемостью характеризовался подстилочный куриный помет при дозе 15 т/га – 424,2 к.ед./т, наиболее низкой – жидкий навоз КРС – 73,8–61,1 к.ед./т.

4. Расчет баланса элементов питания позволил установить, что наиболее благоприятным в опыте был баланс фосфора. Максимальную интенсивность баланса фосфора обеспечило внесение 30 т/га подстилочного куриного помета – 303 %.

Небольшой положительный баланс азота получен в вариантах с применением минеральных удобрений на фоне подстилочного навоза КРС, компостов и сапропелей – 23,6–62,7 кг/га. Компосты в сочетании с минеральными удобрениями обеспечили также положительный баланс калия – + 15,3–31,7 кг/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Босак, В.Н. Органические удобрения на пахотных землях Республики Беларусь / В.Н. Босак, Н.М. Жуков // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 9. – С. 59–61.

2. Плодородие почв и применение удобрений

2. Богдевич, И.М. // Почва – удобрение – плодородие: материалы междунар. науч.-произв. конф., Минск, 6–19 февр. 1999 г. – Минск, 2000.
3. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск: БелНИИПА, 2002. – 184 с.
4. 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 М.М. Севернева. – Минск, 2006. – С. 28–41.
5. Богдевич, И.М. Концепция повышения плодородия почв Республики Беларусь / И.М. Богдевич, Н.И. Смяян, В.В. Лапа // Ахова раслін. – 2002. – № 1. – С. 8–11.
6. Мельников, С.П. Изменение физических условий плодородия дерново-подзолистых суглинистых почв в агроценозах / С.П. Мельников, Д.В. Чернов // Тез. докл. 2 съезда почвоведов России. – 1996. – Т. 1. – С. 97–98.
7. Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филипова. – Москва: Россельхозиздат, 1984. – 253 с.
8. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2006. – 120 с.

CROP ROTATION LINK PRODUCTIVITY UNDER THE INFLUENCE OF SOLID AND LIQUID ORGANIC FERTILIZERS ON SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

O.M. Biryukova, T.M. Seraya, E.N. Bogatyrova, E.G. Mezentsava

Summary

The influence different types and doses of organic fertilizers on crop rotation link productivity on sod-podzolic sandy loam soil is studied. The best productivity obtained in variants with organic-mineral fertilizer system – 308,2–316,3 c/ha, at the maximum nutrients removal: nitrogen – 473–501 kg/ha, phosphorus – 215–231 kg/ha, potassium – 539–583 kg/ha. Litter chicken manure (15 t/ha) is characterized by the greatest payback – 424,2 f.u./t. The lowest payback is at cattle liquid manure application (73,8–61,1 f.u./t).

Поступила 15.04.13