

INFLUENCE OF FERTILIZER USE ON PRODUCTIVITY AND REMOVAL OF NUTRIENTS BY BARLEY CULTIVATED ON SOD-PODZOLIC LOAMY SAND SOIL

A.I. Shchetko, A.R. Rybak

Summary

Optimum fertilizer system of barley cultivated on sod-podzolic loamy sand soil is the application of $N_{60+60}P_{30}K_{120}$ (nitrogen fertilizers were applied in two steps: N_{60} – cultivation N_{60} – in the phase of 2–3 leaves) on the background of the aftereffects of 50 t/ha of organic fertilizers. This fertilizer system has provided the maximum grain yield to 43.8 c/ha at the protein content of 12.0%. Specific removal of the main nutrients has formed: nitrogen – 20,5 kg/t, phosphorus – 8,7 kg/t, potassium – 22,8 kg/t.

Поступила 13.02.14

УДК 633.15:631.8:631.445.2

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ ПО СОЛОМЕ ЯЧМЕНЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева, Е.Г. Мезенцева, Т.М. Кирдун,
О.М. Бирюкова, Ю.А. Белявская

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза является культурой разностороннего использования, ее широко возделывают во всех странах для производства кормов и продуктов питания [1–3]. Благодаря высокой урожайности, кормовым достоинствам и технологичности возделывания посевные площади кукурузы в мире за последние полвека возросли в 1,6 раза при увеличении урожайности в 3 раза, валового сбора зерна – в 4,8 раза [4]. В Республике Беларусь посевы кукурузы с 2003 г. увеличились в 2,3 раза, достигнув в 2013 г. более 1,0 млн га, из которых 198,4 тыс. га убрано на зерно, а 846,6 тыс. га – на силос.

Кукуруза весьма требовательна к условиям произрастания, потребляя элементы питания до наступления восковой спелости зерна [5]. Поэтому при складывающихся социально–экономических условиях хозяйствования агро–промышленного комплекса республики для реализации высокого потенциала продуктивности кукурузы и эффективной окупаемости вкладываемых в нее средств необходимо дальнейшее усовершенствование системы удобрения этой

культуры, которое будет обеспечивать снижение материально-денежных затрат на единицу площади. При возделывании кукурузы немаловажную роль играют органические удобрения, которые обладают пролонгированным действием, высвобождая элементы питания постепенно на протяжении всего вегетационного периода. Кроме того, применение органических удобрений способствует сохранению почвенного плодородия. При планируемой на 2014 г. структуре посевных площадей для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель Республики Беларусь требуется 59,9 млн т органических удобрений, или 11,5 т/га. С учетом фактического поголовья скота возможный выход органических удобрений составляет 44,8 млн т. Для обеспечения недостающих объемов органических удобрений следует использовать всевозможные источники органического сырья, к числу которых в первую очередь относится солома. Запашка соломы позволяет повторно вовлекать в биологический круговорот биогенные элементы. При этом с учетом высвобождения фосфора и калия из запаханной побочной продукции предшествующей культуры можно значительно снизить дозы фосфорных и калийных удобрений под последующую культуру, что при постоянно возрастающих ценах на минеральные удобрения весьма актуально.

Цель исследований – оценить влияние внесения компенсирующих доз азота при запашке соломы ячменя и возможность снижения доз фосфорных и калийных удобрений под кукурузу, возделываемую на дерново-подзолистой супесчаной почве по запаханной соломе предшественника с учетом фосфора и калия, высвобождающихся в первый год из побочной продукции.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению агроэкономической эффективности возделывания кукурузы на зерно по запаханной соломе ячменя проводили в стационарном технологическом опыте в 2011–2012 гг. в ГП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области на дерново-подзолистой супесчаной, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 80 см моренным суглинком, почве. Перед закладкой полевого опыта почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: pH_{KCl} 5,7–6,0, содержание гумуса – 2,15–2,64%, подвижных форм P_2O_5 – 120–160 мг/кг почвы, K_2O – 135–172 мг/кг, обменных форм CaO – 885–1031 мг/кг, MgO – 172–218 мг/кг почвы.

Опыт заложен в двух последовательно открывающихся полях. Повторность вариантов в опыте – четырехкратная. Общая площадь делянки – 62,4 м² (5,2 × 12), учетная – 40 м² (4 × 10). Всего в опыте 19 вариантов в двух полях (152 опытные делянки). В опыте предусмотрено следующее чередование культур: кукуруза – подсолнечник – ячмень + сидеральный люпин – гречиха + озимая рожь на сидерацию – овес голозерный.

Минеральные и органические удобрения под кукурузу внесены согласно схеме опыта, представленной в таблице 1. Предшественник кукурузы – ячмень Батька, после уборки которого в вариантах 7–19 была задискована солома (3,1 т/га). Компенсирующая доза азота перед заделкой соломы в вариантах 14–16 внесена в виде карбамида (N_{30}), в вариантах 10–12 – в составе жидкого навоза КРС (30 т/га), в вариантах 7–9 – в составе сидеральной массы люпина, посеянного после

2. Плодородие почв и применение удобрений

заделки соломы. В варианте 13 компенсирующую дозу азота в виде карбамида (N_{30}) внесли весной под предпосевную культивацию. В вариантах 17–19 солома внесена без компенсирующей дозы азота. Согласно схеме опыта под вспашку внесли подстилочный навоз КРС в дозе 60 т/га. Применяемые органические удобрения имели следующие показатели в расчете на сухое вещество:

– подстилочный навоз КРС: N – 0,48%, P_2O_5 – 0,25%, K_2O – 0,61%, органическое вещество в пересчете на углерод – 9,5%, влажность – 78%; отношение C/N – 20;

– жидкий навоз КРС: N – 0,12%, P_2O_5 – 0,10%, K_2O – 0,21%, органическое вещество в пересчете на углерод – 1,2%, влажность – 97%; отношение C/N – 10.

– солома ячменя: N – 0,57%, P_2O_5 – 0,39%, K_2O – 1,50%, органическое вещество в пересчете на углерод – 47,1%, влажность – 16%; отношение C/N – 83.

Минеральные удобрения в виде карбамида, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия внесены весной под предпосевную культивацию. Полная доза минеральных удобрений в основное внесение составила $N_{90}P_{60}K_{140}$. В вариантах 9, 12, 16 и 19 дозы фосфорных и калийных удобрений скорректированы с учетом содержания фосфора и калия в соломе ячменя, в результате в вышеназванных вариантах под кукурузу внесли $N_{90}P_{50}K_{100}$. В фазу 6–8 листьев кукурузу подкормили азотными удобрениями в дозе 30 кг д.в./га.

В опыте возделывали кукурузу гибрид Дельфин. Посев кукурузы проводили 8-рядной сеялкой «Сiаsраgоо». Способ сева – пунктирный с шириной междурядий 70 см. Норма высева кукурузы – 1 п.ед. (25 кг/га). После посева кукурузы провели довсходовую обработку почвенным гербицидом Примэкстра Голд, СК (3,5 л/га) против однолетних двудольных и злаковых сорняков. Уборку кукурузы проводили в фазу восковой спелости зерна сплошным методом поделяночно. Урожайность зерна кукурузы по всем вариантам приведена к стандартной влажности – 14%.

В почвенных образцах агрохимические показатели определяли по общепринятым методикам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91); обменную кислотность pH_{KCl} – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483–85); подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207–91); обменные кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре AAS–30 ГОСТ 26487–85).

Химический анализ органических удобрений выполнен в соответствии с Государственными отраслевыми стандартами: определение pH_{KCl} – по ГОСТ 27979–88; влаги и сухого остатка – по ГОСТ 26713–85; органического вещества – по ГОСТ 27980–88; общего азота – по ГОСТ 26715–85; общего фосфора – по ГОСТ 26717–85; общего калия – по ГОСТ 26718–85.

В растительных образцах общий азот, фосфор и калий определяли из одной навески после мокрого озоления серной кислотой; азот – методом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4–93), фосфор – на спектрофотометре (ГОСТ 28901–91 (ИСО 6490/2–83)), калий – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504–97). Содержание крахмала, сырого белка и жира в зерне кукурузы определяли на инфракрасном спектрометре «Infraneo».

Экономическая эффективность рассчитана согласно [6] по уровню цен на 2013 г.: стоимость 1 т зерна кукурузы – 247,1 USD; затраты на уборку и доработку прибавки урожая зерна кукурузы – 62,0 USD/т; стоимость минеральных удобрений: 1 т д.в. азота – 853 USD, фосфора – 1283, калия – 277 USD; затраты на

внесение 1 т д.в. минеральных удобрений на расстояние 5 км от склада: азота – 65,8 USD, фосфора – 46,0 USD, калия – 31,5 USD; затраты на приготовление и внесение на расстояние 5 км 1 т органических удобрений: подстилочный навоз КРС – 5,0 USD, жидкий навоз – 3,4 USD.

Дисперсионный анализ экспериментальных данных выполняли согласно методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) с использованием компьютерной программы MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Метеорологические условия периодов вегетации кукурузы в 2011 и 2012 гг. различались между собой, что сказалось на влиянии изучаемых факторов на урожайность зерна.

Сложившиеся в 2011 г. погодные условия были более благоприятными для возделывания кукурузы: весь период роста и развития растений характеризовался повышенными температурами с обильными осадками в середине вегетации, что способствовало формированию более высокой урожайности зерна кукурузы. ГТК за вегетационный период 2011 г. составил 1,4 при среднемноголетнем 1,7. В результате в 2011 г. при соблюдении элементов технологии возделывания культуры получено 69 ц/га зерна только за счет плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы (табл. 1). Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{90+30} P_{60} K_{140}$ способствовало дополнительному формированию 29 ц/га зерна. Подстилочный навоз, внесенный под кукурузу в дозе 60 т/га, обеспечил увеличение урожайности зерна на 26 ц/га, или 38% к контролю. Самая высокая в опыте урожайность зерна в этот год (116 ц/га) сформирована в варианте с внесением $N_{90+30} P_{60} K_{140}$ на фоне подстилочного навоза КРС, при этом прибавка урожайности к контролю составила 47 ц/га, или 68%.

Низкие температуры в осенний период 2010 г. тормозили рост и развитие люпина сидерального, в результате чего к наступлению заморозков растения находились только в фазе 4–5 настоящих листьев и, соответственно, запашка сидерата не оказала достоверного влияния на урожайность зерна кукурузы.

Для вегетационного периода 2012 г. были характерны значительные колебания гидротермического режима по месяцам: в мае ГТК составил 1,2 при высоких суточных температурах и нормальном выпадении осадков; в июне отмечалось переувлажнение почвы (ГТК 3,3), июль был сухим (ГТК 0,5), август характеризовался нормальным увлажнением (ГТК 1,4), первые две декады сентября были сухими (ГТК 0,6). Все это оказало неоднозначное влияние на рост и развитие растений кукурузы и эффективность применяемых удобрений. В среднем по опыту урожайность зерна кукурузы в 2012 г. составила 89 ц/га, что было на 6 ц/га ниже, чем в 2011 г.

В 2012 г. отмечена более низкая эффективность минеральных удобрений. Если в 2011 г. 1 кг NPK в среднем по опыту обеспечил 8,5 кг зерна, то в 2012 г. – всего 5,1 кг, т.е. в 1,7 раза меньше.

Благоприятные погодные условия в осенний период 2011 г. способствовали активному росту и развитию люпина сидерального, что обеспечило к наступлению заморозков формирование урожайности зеленой массы на уровне 205 ц/га на фоне без соломы и 271 ц/га на фоне заделки соломы. В результате запашки

2. Плодородие почв и применение удобрений

сидерата прибавка зерна кукурузы от данного приема в 2012 г. была достоверной и составила 10 ц/га. Более высокие показатели агрономической эффективности получены при совместном действии сидерата с соломой: дополнительный сбор зерна составил 16 ц/га, что было на уровне прибавки от подстилочного навоза при гораздо меньших затратах (124 USD/га против 399 USD/га в варианте с внесением подстилочного навоза) и более высокой прибыли с гектарной площади.

В среднем за два года за счет плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы получено зерна кукурузы 70 ц/га (табл. 1). В варианте с минеральной системой удобрения на 1 кг NPK дополнительно сформировано 8 кг зерна кукурузы. Чистый доход от внесения минеральных удобрений составил 243 USD/га с рентабельностью 62% (табл. 2).

Таблица 1

Влияние удобрений и сроков дополнительного внесения азота при запашке соломы ячменя на урожайность зерна кукурузы (влажность 14%)

№ п/п	Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка урожая, ц/га				Сбор к.ед., ц/га
		2011 г.	2012 г.	Ø	к контролю	от NPK	от соломы с доп. N	от доп. N	
1	Без удобрений (контроль)	69	71	70	–	–	–	–	92
2	N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	98	94	96	26	26	–	–	126
3	Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	95	87	91	21		–	–	119
4	Подстилочный навоз КРС, 60 т/га + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	116	100	108	38	17	–	–	142
5	Сидераты	73	81	77	7		–	–	101
6	Сидераты + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	103	92	98	27	21	–	–	128
7	Солома + сидераты	76	87	81	11		11	8	107
8	Солома + сидераты + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	105	97	101	31	20	5	3	132
9	Солома + сидераты + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	103	97	100	30	19	4	1	131
10	Солома + жидкий навоз КРС, 30 т/га	93	79	86	16		16	13	113

№ п/п	Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка урожая, ц/га				Сбор к.ед., ц/га
		2011 г.	2012 г.	Ø	к контролю	от НРК	от соломы с доп. N	от доп. N	
11	Солома + жидкий навоз КРС, 30 т/га + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	118	98	108	38	22	12	10	142
12	Солома + жидкий навоз КРС, 30 т/га + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	121	97	109	39	23	13	10	143
13	Солома + N _{30весной}	81	85	83	13		13	10	109
14	Солома + N _{30осенью}	76	77	76	6		6	3	100
15	Солома + N _{30осенью} + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	102	93	98	28	22	2	–	128
16	Солома + N _{30осенью} + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	100	92	96	26	20	0	–3	126
17	Солома	71	74	73	3		3	–	95
18	Солома + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	101	96	98	28	25	2	–	129
19	Солома + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	100	97	99	29	26	3	–	129
	НСП ₀₅	7	6	5	5				7

Таблица 2

Экономическая эффективность применяемых удобрений при возделывании кукурузы на зерно (среднее за 2011–2012 гг.)

№ п/п	Вариант	Общие затраты, USD/га	Чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
1	Без удобрений	–	–	–
2	N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	393	243	62
3	Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	431	90	21
4	Подстилочный навоз КРС, 60 т/га + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	768	168	22

2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 2

№ п/п	Вариант	Общие затраты, USD/га	Чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
5	Сидераты	124	45	36
6	Сидераты + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	485	193	40
7	Солома + сидераты	151	125	83
8	Солома + сидераты + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	506	254	50
9	Солома + сидераты + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	476	266	56
10	Солома + жидкий навоз КРС, 30 т/га	200	192	96
11	Солома + жидкий навоз КРС, 30 т/га + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	571	370	65
12	Солома + жидкий навоз КРС, 30 т/га + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	550	409	74
13	Солома + N _{30весной}	109	215	197
14	Солома + N _{30осенью}	67	90	135
15	Солома + N _{30осенью} + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	432	250	58
16	Солома + N _{30осенью} + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	395	242	61
17	Солома	16	48	299
18	Солома + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	409	291	71
19	Солома + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	384	320	83

За счет внесения подстилочного навоза КРС прибавка зерна составила 21 ц/га при окупаемости 1 т навозы 35 кг зерна. Максимальная урожайность зерна сформирована в варианте с совместным применением подстилочного навоза КРС и минеральных удобрений – 108 ц/га. Следует отметить, что в среднем за два года запашка соломы ячменя с жидким навозом КРС по влиянию на урожайность была аналогичной внесению подстилочного навоза, однако чистый доход и рентабельность запашки соломы с внесением жидкого навоза были гораздо выше как на фоне минеральных удобрений, так и без них.

Установлено, что запашка соломы без компенсирующей дозы азота не обеспечила достоверный прирост урожайности зерна кукурузы относительно варианта без удобрений, отмечена только тенденция к увеличению. В варианте с осенним внесением дополнительного азота по соломе прибавка зерна

составила 6 ц/га. При внесении компенсирующей дозы азота весной получена прибавка зерна кукурузы 13 ц/га. В варианте, где дополнительный азот вносили весной, чистый доход был на 125 USD/га выше, чем при осеннем его внесении (табл. 2). Максимальная прибавка урожая 16 ц/га получена при запашке соломы с жидким навозом КРС.

В вариантах с применением минеральных удобрений на фоне запашки соломы прибавка зерна от компенсирующей дозы азота по соломе была получена только при ее внесении в составе жидкого навоза КРС (вар. 11–12) и составила 10 ц/га, дополнительное осеннее внесение азота по соломе в виде карбамида было неэффективным (табл. 1). Отказ от внесения дополнительного азота по соломе ячменя при условии, что последующая культура будет яровой с обязательным внесением минеральных удобрений, обеспечит снижение затрат на 11–23 USD/га в зависимости от опытных вариантов без снижения урожайности. Однако прежде чем рекомендовать данный агроприем производству, необходимо изучить, как запашка соломы без азота скажется на содержании гумуса в почве.

Снижение доз фосфорных и калийных удобрений с учетом количества данных элементов, высвободившихся из запаханной под кукурузу соломы ячменя, обеспечило получение равновеликой урожайности, как и при полных дозах минеральных удобрений ($N_{90+30}P_{60}K_{140}$), при снижении затрат на удобрения на 26 USD/га и увеличении рентабельности на 3–12%.

Содержание основных элементов питания в сельскохозяйственных культурах в зависимости от совокупности факторов (погодных условий, доз органических и минеральных удобрений, обеспеченности почвы элементами питания и т.п.) может существенно изменяться. Химический анализ зерна кукурузы, возделываемой на дерново-подзолистой супесчаной почве, показал, что значимых изменений в содержании фосфора и калия под влиянием применяемых агроприемов не установлено, наблюдаемые различия находились в пределах ошибки опыта (табл. 3).

Таблица 3

Влияние удобрений и сроков дополнительного внесения азота при запашке соломы ячменя на химический состав и показатели качества зерна кукурузы

№ п/п	Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сырой белок	Сбор сырого белка, кг/га	Крахмал	Жир	Сбор крахмала, ц/га
		% в сухом веществе					% в сухом веществе		
1	Без удобрений	1,19	0,57	0,94	10,6	603	70,7	5,60	43
2	$N_{90+30}P_{60}K_{140}$	1,30	0,59	0,97	8,1	668	73,9	6,01	61
3	Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	1,30	0,57	1,02	10,2	800	71,5	5,68	56

2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 3

№ п/п	Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сырой белок	Сбор сырого белка, кг/га	Крахмал	Жир	Сбор крахмала, ц/га
		% в сухом веществе					% в сухом веществе		
4	Подстилочный навоз КРС, 60 т/га + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	1,44	0,59	1,03	10,4	966	70,8	5,48	66
5	Сидераты	1,40	0,60	0,97	10,3	682	71,9	5,88	48
6	Сидераты + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄	1,44	0,57	0,95	10,6	887	70,7	5,63	59
7	Сидераты + солома	1,40	0,55	0,91	10,3	717	71,0	5,56	50
8	Сидераты + солома + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	1,54	0,61	1,01	10,3	896	70,0	5,64	61
9	Сидераты + солома + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	1,54	0,61	1,00	10,7	919	70,5	5,29	61
10	Солома + жидкий навоз КРС, 30 т/га	1,44	0,58	0,96	9,8	728	71,7	5,63	53
11	Солома + жидкий навоз КРС, 30 т/га + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	1,47	0,60	0,92	10,5	978	70,8	5,55	66
12	Солома + жидкий навоз КРС, 30 т/га + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	1,47	0,56	0,94	10,4	972	70,7	5,39	66
13	Солома + N весной	1,47	0,61	0,96	9,8	703	72,0	5,69	51
14	Солома + N осенью	1,26	0,60	0,94	9,9	649	72,8	5,89	48
15	Солома + N осенью + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	1,44	0,58	0,95	10,2	854	71,2	5,67	60
16	Солома + N осенью + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	1,44	0,59	0,97	10,6	872	70,6	5,38	58
17	Солома	1,26	0,58	0,95	9,8	612	72,1	5,81	45
18	Солома + N ₉₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₄₀	1,51	0,56	0,97	10,4	881	71,0	5,59	60
19	Солома + N ₉₀₊₃₀ P ₅₀ K ₁₀₀	1,44	0,61	0,93	10,2	867	70,8	5,66	60
	НСР ₀₅	0,14	0,06	0,12	0,93		5,3	0,61	

Содержание азота в зерне кукурузы в отличие от зольных элементов в большей степени зависело от систем удобрения. Минимальным содержанием этого элемента характеризовался вариант без внесения удобрений. На фоне минеральных удобрений, подстилочного навоза, а также заправки соломы без компенсирующего азота и при его осеннем внесении содержание азота в зерне составило 1,26–1,30%, что не превышало наименьшей существенной разницы. Во всех остальных вариантах установлено достоверное увеличение данного элемента до 1,40–1,54% относительно варианта без удобрений.

При возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве не выявлено значимых изменений в содержании крахмала и жира под влиянием используемых агроприемов. По опытным вариантам содержание крахмала в зерне варьировало в пределах 70,0–73,9%, жира – 5,29–6,01%, что соответствовало хозяйственно-биологической характеристике этого гибрида [7]. При этом максимальными величинами по содержанию крахмала и жира характеризовался вариант с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{90+30}P_{60}K_{140}$. Содержание сырого белка в этом варианте находилось на уровне 8,1%, что было существенно ниже относительно варианта без удобрений. В остальных опытных вариантах данный показатель в зерне кукурузы варьировал в довольно узких пределах (9,8–10,7%).

Расчет кормовой продуктивности показал, что при уборке кукурузы на зерно за счет плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы сбор кормовых единиц составил 91,8 ц/га при минимальном выходе сырого белка (603 кг/га) и крахмала (43 ц/га) (табл. 1 и 3).

Заправка чистой соломы не оказала достоверного влияния на показатели качества зерна кукурузы по сравнению с вариантом без удобрений. Внесение компенсирующей дозы азота по запаханной соломе увеличило сбор кормовых единиц на 5,0–13,8 ц/га, сырого белка – на 37–91 кг/га, крахмала – на 3–6 ц/га при большей эффективности дополнительного азота, внесенного весной.

Зерно с наиболее высоким выходом кормовых единиц и лучшими показателями качества получено в вариантах с наиболее высокой урожайностью. Применение минеральных удобрений на фоне подстилочного навоза КРС и при заправке соломы с жидким навозом КРС обеспечило сбор кормовых единиц на уровне 142 ц/га при выходе сырого белка 966–978 кг/га, крахмала – 66 ц/га.

Установлено, что выход кормовых единиц, сырого белка и крахмала при снижении доз фосфорных и калийных удобрений с учетом количества данных элементов, высвободившихся из запаханной под кукурузу соломы ячменя, находился на уровне аналогичных показателей, полученных при внесении полных доз минеральных удобрений ($N_{90+30}P_{60}K_{140}$).

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой супесчаной почве наиболее высокую урожайность зерна кукурузы 108 ц/га обеспечило внесение $N_{90+30}P_{60}K_{140}$ на фоне подстилочного навоза КРС в дозе 60 т/га и на фоне заправки соломы с жидким навозом КРС в дозе 30 т/га, при этом рентабельность заправки соломы с внесением жидкого навоза была на 43% выше. Выход сырого белка составил 966–978 кг/га, крахмала – 66 ц/га, кормовых единиц – 142 ц/га.

2. Плодородие почв и применение удобрений

2. Прибавка урожайности зерна кукурузы от внесения по соломекомпенсирующей дозы азота в виде карбамида в вариантах с NPK была недостоверной. В вариантах, где солома заделана без внесения дополнительного азота, прибыль в среднем была на 59 USD/га выше по сравнению с вариантом, где предусмотрено осеннее его внесение, без снижения урожайности зерна.

3. Снижение доз фосфорных и калийных удобрений с учетом количества данных элементов, высвободившихся из запаханной под кукурузу соломы ячменя, обеспечило получение равновеликой урожайности, как и при полных дозах NPK, при снижении затрат на удобрения на 26USD/га и увеличении рентабельности на 3–12%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологические основы возделывания кукурузы на зерно и силос / Н.Ф. Надточаев [и др.]. – Минск: Техносервис, 2004. – 100 с.
2. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 192 с.
3. Надточаев, Н.Ф. Выращивание кукурузы на силос и зерно / Н.Ф. Надточаев, С.С. Барсуков. – Минск: Ураджай, 1994. – 87 с.
4. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н.Ф. Надточаев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
5. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрения и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М: Колос, 1977. – 416 с.
6. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Ин-т проблемных исследований в АПК НАН Беларуси, 2010. – 24 с.
7. Сорты, включенные в Государственный реестр – основа высоких урожаев / Государственная инспекция по сортоиспытанию и охране сортов растений; отв. ред.: С.С. Танкевич. – Минск, 2007. – Ч.IV: Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр: справочное издание. – 439 с.

AGROECONOMIC EFFICIENCY OF CORN CULTIVATION ON BARLEY STRAW ON THE SOD-PODZOLIC SANDY SOIL

**T.M. Seraya, E.N. Bogatyreva, E.G. Mezentseva,
T.M. Kirdun, O.M. Biryukova, Yu.A. Belyavskaya**

In researches on the sod-podzolic sandy soil the highest productivity of grain of corn of 108 c/ha was provided by $N_{90+30}P_{60}K_{140}$ on the background of cattle manure in a dose of 60 t/ha and on the background of straw plowing with the liquid manure in a dose of 30 t/ha, thus profitability of straw plowing with liquid manure was 43% higher. The yield of crude protein made 966–978 kg/ha, starch – 66 c/ha, fodder units – 141,5–141,7 c/ha.

The increase of productivity of corn grain from compensating dose of nitrogen in the form of a carbamide in variants with NPK was doubtful. In variants where straw

is closed up without additional nitrogen, the profit was on the average 59 USD/ha higher in comparison with variant where its autumn application, without decrease grain productivity is provided.

Decrease doses of phosphoric and potash fertilizers taking into account quantity of these elements released from barley straw plowed under corn, provided equal productivity, as well as full doses of NPK, at decrease expenses for fertilizers on 26USD/ha and increase profitability on 3–12%.

Поступила 14.05.14

УДК 631.824:633.15:631.445.2

ДИАПАЗОН ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННОГО МАГНИЯ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

О.М. Таврыкина, И.М. Богдевич, Ю.В. Путятин, В.А. Довнар, Е.С. Третьяков
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Магний принято относить к вторичным элементам питания растений по значимости, однако в публикациях последних лет его все чаще рассматривают наравне с другими основными элементами. Это неслучайно, поскольку его недостаток в минеральном питании растений ограничивает их урожай, снижает качество сельскохозяйственной продукции, влияет на эффективность использования азотных, фосфорных, калийных удобрений [1–3]. В условиях избытка элемента магний не ядовит для растений. Однако есть данные об ухудшении качества плодов и увеличении потерь продукции при хранении, если она получена на почвах с избыточным его содержанием [2].

В пахотном горизонте дерново-подзолистых почв Беларуси валовое содержание магния колеблется от 0,2 до 0,8% [4]. В почве магний представлен различными минералами, обменным магнием катионообменного комплекса и ионной формой в почвенном растворе.

Дерново-подзолистые почвы Беларуси в середине прошлого столетия характеризовались крайне низким содержанием магния в поглощающем комплексе. Начиная с 1965 г. в республике проводится системное известкование кислых почв, где в качестве мелиоранта постепенно наращивалось использование доломитовой муки с содержанием MgO ≈20%. Это привело к закономерному повышению содержания в почвах обменных форм магния. Обследование почв