

УДК 633.15 : 631.15

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ПООЗЕРЬЯ

П.Ф. Тиво, доктор сельскохозяйственных наук
С.М. Крутько, кандидат сельскохозяйственных наук
К.М. Саквенков, кандидат технических наук
Л.А. Саскевич, старший научный сотрудник
В.Е. Спартак, научный сотрудник
Т.В. Говорова, младший научный сотрудник
Н.А. Лайкова, агроном
З.Н. Шинкевич, техник
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: осушенные земли, кормовые культуры, кукуруза, качество и структура урожая, экономическая эффективность

Введение

В Поозерье общая площадь осушенных земель составляет свыше 670 тыс. га. Сельскохозяйственные угодья занимают 580 тыс. га, в том числе в Витебской области – 520 тыс. га. Причем пашня составляет 67%, а в отдельных районах – до 78%. Эти земли преимущественно представлены агроландшафтами с дерново-подзолистыми заболоченными почвами связного гранулометрического состава. Менее распространены здесь дерново-глеевые почвы.

Наличие связных почв в Витебской области определяет специфику их водного режима, проявляющуюся почти в повсеместном их переувлажнении в течение вегетационного периода. На долю автоморфных пахотных почв в области приходится лишь 34%, тогда как в Минской, Могилевской и Гродненской их 52-66%.

Пока же эффективность использования мелиорированных минеральных земель в регионе остается недостаточно высокой. То же касается и полевого кормопроизводства, что создает дефицит кормов для общественного животноводства при низком их качестве (избыточное содержание клетчатки и калия при недостатке белка, неблагоприятное сахаропротеиновое соотношение, дисбаланс макро- и микроэлементов). Это удорожает производство молока и мяса.

Повышение же продуктивности основных кормовых культур (кукурузы и многолетних бобовых трав и зернофуражных культур) невозможно без создания хорошо окультуренного пахотного горизонта (мощностью не менее 30 см), который позволяет перераспределять влагу и удерживать без переувлажнения 30-50% талых вод.

Из многообразия мероприятий, направленных на окультуривание почв, наиболее эффективными считаются органические удобрения, а на отдаленных участках – сидераты. Совместное их использование с минеральными удобрениями – основное условие повышения продуктивности возделываемых культур. Однако эта проблема применительно к Поозерью изучена недостаточно. Не исследована в полной мере возможность посева кукурузы по гребневой технологии, которая используется на автоморфных почвах [1-3]. Использование гребневой технологии посева сельскохозяйственных культур перспективно с точки зрения и регулирования водного режима переувлажненных земель [4].

По оценке И.П. Шейко [5] главной причиной низкого использования потенциала продуктивности животных является недостаточная обеспеченность их полноценными кормами. Дефицит последних ощущается не только в зимне-стойловый, но и в летне-пастбищный период. На протяжении ряда лет животноводство в среднем по республике недополучает по 40-45% кормов в перерасчете на кормовые единицы, белка – 35-40 и сахара – 50-55%. Только из-за дефицита протеина перерасход кормов достигает 2,5 млн. т. к.ед., за счет которых можно было бы получить дополнительно 110 тыс. т говядины и более миллиона тонн молока. Продуктивность животных на 55% зависит от содержания энергии в рационе, на 30 – от протеина и на 15% от минеральных веществ и витаминов.

В этой связи бобовые травы и кукуруза являются взаимно дополняющими культурами. Вопрос лишь в том, что площадь под кукурузой в республике несколько завышена, а бобовых, наоборот, занижена. Предлагается это противоречие устранить, увеличив урожайность кукурузы [6], для чего необходимо разработать приемы повышения продуктивности данной культуры, особенно на осушенных землях Поозерья.

Исследования по этой проблеме ведутся авторами с 2007 года [6]. Более детально проблема качества кормов, системы удобрения кукурузы, а также установления зависимости ее продуктивности от биологической активности почвы и фотосинтетического потенциала наиболее детально изучалась нами в 2011 году.

Условия и методика проведения исследования

Полевой опыт с кукурузой (гибрид Кремень 200 СВ, среднеранний) проводился на полях Витебской опытно-мелиоративной станции (ВОМС) Сенненского района Витебской области.

Размер учетной делянки – 40 м². Почва экспериментального участка представлена слабосмытой, дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой около 0,5 м легким суглинком с прослойкой мелкозернистого песка.

Агрохимическая характеристика: рН (KCl) – 6,2, гумус – 2,1, содержание P₂O₅ – 435, K₂O – 209 мг/кг.

Схема опыта:

Контроль (последствие удобрений)	
<i>посев по стандартной технологии</i>	<i>посев по гребневой технологии</i>
30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀
30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀
Зеленая масса (редька масличная) + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	Зеленая масса (редька масличная) + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀
Зеленая масса (редька масличная) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	Зеленая масса (редька масличная) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀

Контроль пищевого режима почв контролировался по содержанию аммонийного и нитратного азота, подвижных форм калия и фосфора, гумуса которые определяли согласно ГОСТ.

Площадь листьев кукурузы в расчете на гектар посева определяли по методике, предложенной Институтом экспериментальной ботаники (авторы Н. А. Ламан, В. Н. Прохоров) по формуле:

$$S = D \times Ш \times 0,83 \quad (1)$$

где S – площадь листа, см²;

D – длина листа, см;

Ш – ширина листа в самой широкой части растения, см.

На основании данных площади листовой поверхности и длительности межфазного периода (суток) рассчитывали фотосинтетический потенциал посева по периодам органогенеза кукурузы и в целом за исследуемый период вегетации. Расчет фотосинтетического потенциала проводили по формуле:

$$\Phi_{II} = \frac{Л_1 + Л_2}{2 \times 1000} * n \quad (2)$$

где Φ_{II} – фотосинтетический потенциал листовой поверхности, млн.м² сутки/га;

Л₁, Л₂ – площадь листовой поверхности в момент учета, тыс.м²/га;

n – количество суток в межфазном периоде.

Расчет показателей экономической эффективности произведен исходя из расценок и закупочных цен, действующих в сентябре 2011 г. Производственные затраты рассчитаны по технологическим картам, составленным на основе фактически выполняемых работ при проведении полевых опытов. При этом учитывалось следующее: зарплата работников, стоимость ГСМ, семян, минеральных и органических удобрений, затраты на грузоперевозку, амортизацию, текущий ремонт сельскохозяйственной техники, а также общехозяйственные и общепроизводственные расходы.

Статистическая обработка результатов полевых и лабораторных исследований проводилось с использованием ПК и соответствующих программ для дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа.

Результаты исследований

Установлено, что урожайность кукурузы зависит не только от доз удобрений, но и от способа посева (табл. 1). На осушенных почвах предпочтительно ее возделывать по гребневой технологии. В предыдущие годы она находилась в пределах 208-242 ц/га сухой массы.

Таблица 1 – Влияние удобрений на продуктивность кукурузы, гибрид «Кремень», ВОМС, 2011 г.

Варианты опыта	Урожайность ц/га		Прибавка сухой массы к контролю	
	зеленой массы	сухой массы	ц/га	%
Посев по стандартной технологии				
Контроль (последствие удобрений)	580	160,0		
30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	895	235,4	75,4	47,1
30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	770	206,4	46,4	29
Зеленая масса (редька масличная) + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	890	235	75	46,9
Зеленая масса (редька масличная) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	765	205	45	28,1
Посев по гребневой технологии				
30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	985	263,0	103	64,4
30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	840	226,8	66,8	41,8
Зеленая масса (редька масличная) + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	970	260,0	100	62,5
Зеленая масса (редька масличная) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	835	227,1	67,1	41,9

Для накопления общего урожая существенное значение имеют размеры площади листьев, чистая продуктивность фотосинтеза. Площадь листьев является одним из наиболее важных показателей, характеризующих состояние посевов. Она определялась методом высечек в три срока. Наибольших значений этот показатель достигал на фоне удобрений. Причем максимальная площадь листьев кукурузы отмечалась в конце июля. В конце августа она, наоборот, имела тенденцию к снижению. При этом нижние листья стали желтеть.

Контролировался также и такой показатель как фотосинтетический потенциал. В нашем случае более высоким он был у посевов кукурузы, возделываемой по гребневой технологии, где сформировался максимальный урожай. Значительно уступали этому варианту контрольные делянки, на которых кукуруза выращивалась по последствию удобрений, здесь он составил 1736 тыс. м² сутки/га, или на 29-48% ниже, чем в вариантах с внесением удобрений.

Установлена тесная взаимосвязь между продуктивностью кукурузы и фотосинтетическим потенциалом (рис. 1), описываемая уравнением регрессии

$$y = 1,98x + 576,3 (R^2 = 0,97).$$

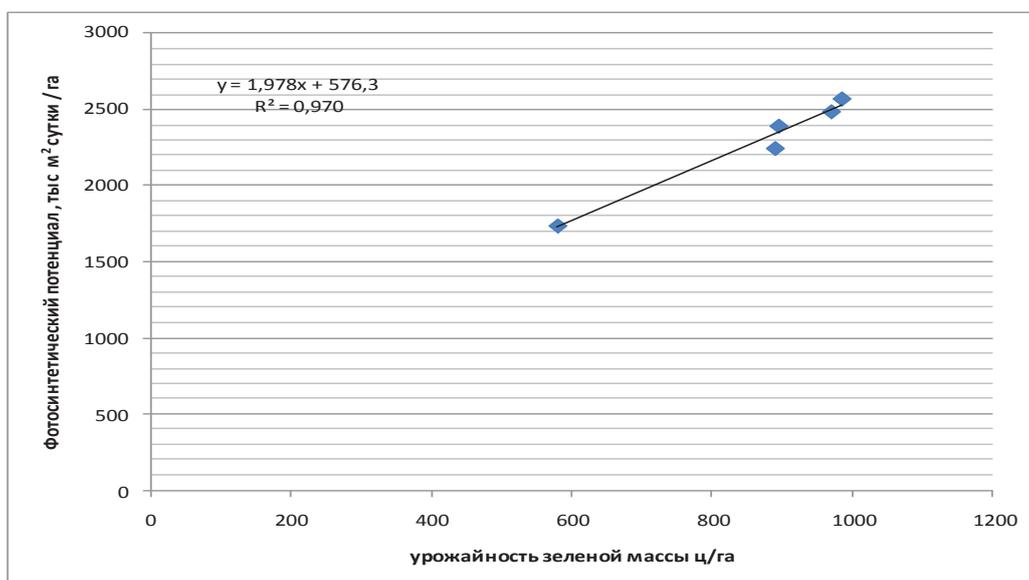


Рисунок 1 – Зависимость урожайности кукурузы от фотосинтетического потенциала

Определение сырого протеина в отдельных органах растений кукурузы показало, что максимальное его количество сосредотачивается в зерне и листьях. Особенно бедны им стержень початка и стебель. Применение удобрений несколько увеличило этот показатель. По наличию калия наблюдалась обратная тенденция: его больше было в стебле и минимум в зерне (табл. 2).

При расчете содержания элементов питания в целом растении принималась во внимание структура урожая, что согласуется с другими авторами [7-8].

Сама же структура урожая определялась путем взвешивания зеленой массы каждого отдельного органа растений по вариантам опыта. После определения влажности рассчитывались количество сухого вещества и доля каждого органа в массе растения (рис. 2).

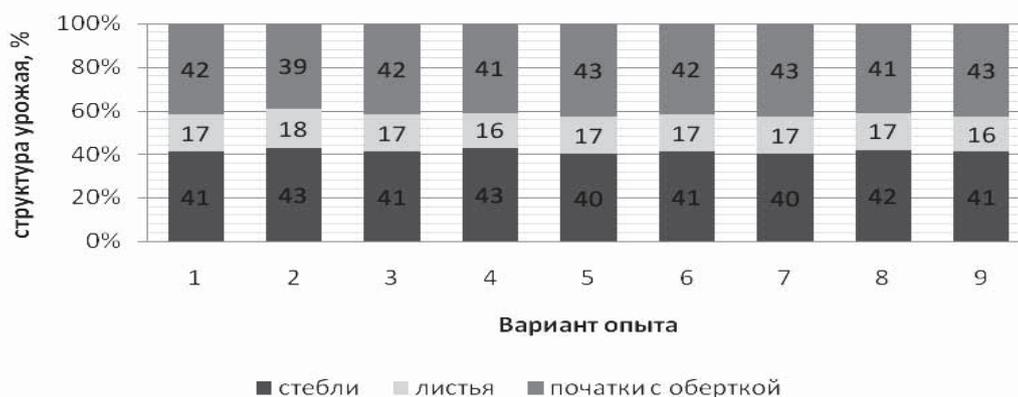


Рис. 2 – Структура урожая сухой массы гибрида кукурузы Кремень, ВОМС, 2011 г.

Поскольку почвы опытного участка имеют очень высокое содержание подвижного фосфора в пахотном слое, количество P_2O_5 в растениях также было повышенным. В итоге вынос этого элемента урожаем превышает дозу внесения фосфорных удобрений в несколько раз, что вполне оправдано при высоком его содержании в почве. Так как фосфаты препятствуют поглощению цинка растениями, применялась некорневая подкормка этим микроэлементом.

Сложнее обстановка оказалась с калием. С урожаем кукурузы его отчуждалось заметно больше чем фосфора. В итоге после уборки урожая на отдельных вариантах опыта резко уменьшилось содержания подвижного калия (табл. 3).

Поэтому нужно определять наличие K_2O и в подпахотном слое, поскольку кукуруза способна поглощать элементы питания и влагу с глубины до двух метров [9]. Тем более, что внесение высоких доз калия требует прогноза возможных последствий, вызванных несбалансированностью соотношения $K : Mg$.

Таблица 2 – Содержание сырого протеина, фосфора и калия в сухой массе кукурузы (гребневая технология), ВОМС, 2011 г.

Вариант	Орган растения	Содержание, %		
		сыр. протеин	K_2O	P_2O_5
Контроль (последствие удобрений)	стебель	2,1	2,65	0,42
	листья	16,4	2,41	0,85
	зерно	12,8	0,69	0,85
	стержень	3,3	1,03	0,32
	обертка	7,8	1,70	0,55
	Все растение	8,1	1,86	0,62
30 т/га навоза + $N_{150}P_{70}K_{150}$	стебель	4,4	2,95	0,95
	листья	19,0	2,83	1,10
	зерно	12	0,66	0,93
	стержень	4,0	1,25	0,26
	обертка	7,6	1,75	0,68
	Все растение	9,2	2,06	0,90
Зеленая масса + $N_{150}P_{70}K_{150}$	стебель	3,9	2,01	0,91
	листья	19,7	2,1	1,09
	зерно	10,9	0,60	0,88
	стержень	3	0,70	0,20
	обертка	7,1	1,38	0,54
	Все растение	8,8	1,50	0,87
Зеленая масса + $N_{90}P_{40}K_{90}$	стебель	3,4	2,52	0,71
	листья	19,3	2,23	1,10
	зерно	11,4	0,54	0,81
	стержень	2,5	0,99	0,23
	обертка	10,1	1,50	0,48
	Все растение	8,6	1,70	0,75
30 т/га навоза + $N_{90}P_{40}K_{90}$	стебель	2,8	2,48	0,71
	листья	21,6	2,02	0,94
	зерно	10,4	0,75	0,89
	стержень	4,8	1,17	0,39
	обертка	8,3	1,79	0,53
	Все растение	8,6	1,75	0,77

Таблица 3 – Влияние удобрений на содержание нитратов и подвижных форм калия в пахотном слое почвы, после уборки кукурузы мг/кг, ВОМС, 2011 г.

Вариант	pH в KCl	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Посев кукурузы по гребневой технологии				
Контроль (последствие удобрений)	6,51	75	284	100
Зеленая масса + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	5,86	186	383	200
Зеленая масса + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	5,94	140	354	175
30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	6,24	100	352	220
30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	5,95	30	410	238
Посев кукурузы по стандартной технологии				
Зеленая масса + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	5,75	108	393	120
Зеленая масса + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	5,74	48	379	203
30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	6,26	84	481	225
30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	5,95	60	493	102

На урожайность зеленой массы кукурузы влияла и биологическая активность почвы (рисунок 3), при более высоких урожаях она наивысшая.

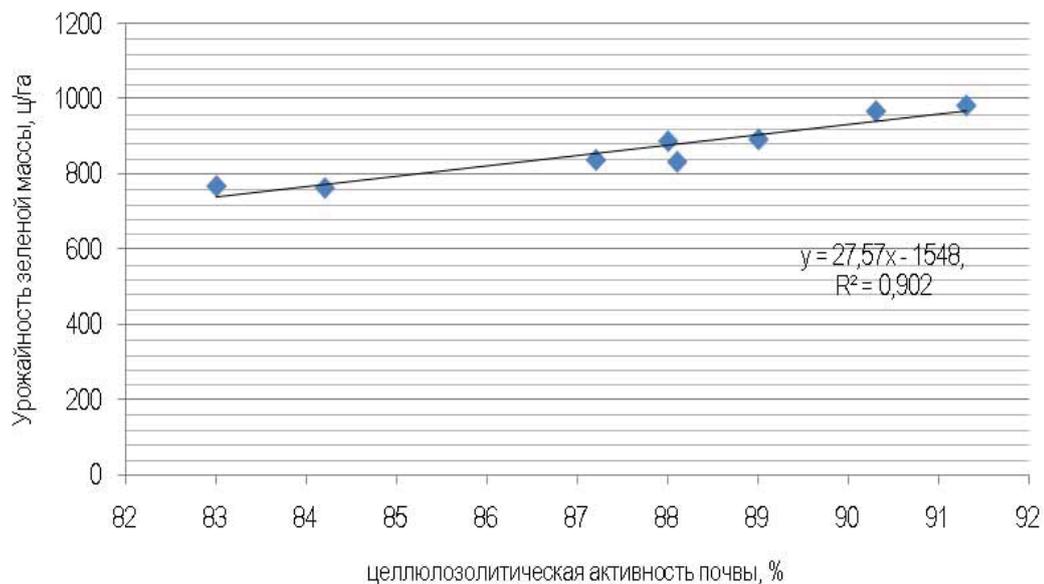


Рис. 3 – Зависимость урожайности кукурузы от целлюлозолитической активности почвы, ВОМС, 2011 г.

Сравнительный анализ технологии возделывания кукурузы (табл. 4) показывает, что более выгодно выращивать эту культуру на фоне зеленых удобрений, а также применять в условиях Витебской области гребневой посев вместо обычного (гладкого).

При гребневой технологии на фоне N₁₅₀P₇₀K₁₅₀ себестоимость 1 ц протеина силоса кукурузы при внесении 30 т навоза составила 44,5 долл/га, а при запашке редьки масляной 42,5 долл/га, в то время как при традиционной 48,6 и 46,1 соответственно.

Таблица 4 - Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зеленый корм, ВОМС, 2011 г.

Варианты	Выход кормовых единиц, ц/га	Выход сырого протеина, ц/га	Итого затрат, \$/га	Себестоимость 1 ц, \$	
				кормовой единицы	сырого протеина
Зеленый корм					
посев кукурузы по гребневой технологии					
Зеленая масса + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	211,9	20,7	814	3,8	39,3
Зеленая масса + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	185,8	16,9	701	3,8	41,4
30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	211,5	19,7	732	3,5	37,1
30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	184,5	16,8	618	3,4	36,8
посев кукурузы по стандартной технологии					
Зеленая масса + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	236,7	24,2	867	3,7	35,8
Зеленая масса + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	204,1	19,5	742	3,6	38,0
30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	234,0	22,9	782	3,3	34,2
30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	204,4	19,5	662	3,2	33,9
Силос					
посев кукурузы по гребневой технологии					
Зеленая масса + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	178,0	17,4	846	4,8	48,6
Зеленая масса + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	156,0	14,2	729	4,7	51,3
30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	177,7	16,6	764	4,3	46,1
30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	155,0	14,1	646	4,2	45,7
посев кукурузы по стандартной технологии					
Зеленая масса + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	198,8	20,3	904	4,5	44,5
Зеленая масса + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	171,5	16,4	774	4,5	47,2
30 т/га навоза + N ₁₅₀ P ₇₀ K ₁₅₀	196,6	19,2	818	4,2	42,5
30 т/га навоза + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	171,7	16,4	693	4,0	42,2

Выводы

Проведенные исследования выявили зависимость продуктивности кукурузы на силос от доз удобрений и способа посева. Показано, что на связных почвах в условиях Поозерья предпочтителен ее гребневой посев. При этом прибавка урожайности сухой массы составила 20,4 -27,6 ц/га относительно контроля (посев по гладкой технологии).

Проявилось положительное влияние гребневого посева на структуру урожая кукурузы: здесь имела тенденция повышения содержания початков.

Установлена взаимосвязь между продуктивностью кукурузы и фотосинтетическим потенциалом, описываемая уравнением регрессии $y = 1,98x + 576,3$ ($R^2 = 0,97$).

Применение зеленой массы редьки масличной в качестве органических удобрений оказалось более экономически эффективным, чем навоза.

Система удобрений отразилась на качестве урожая кукурузы. Повысилось в ней содержание сырого протеина и фосфора по сравнению с контролем (последствие удобрений). Что касается калия, то в большинстве случаев такая тенденция не проявилась. Последнее обусловлено биологическим разбавлением этого элемента в возрастающей массе урожая.

Литература

1. Жданко, Д.А. Техническое обеспечение гребневого посева кукурузы с одновременным внесением минеральных удобрений / Д.А. Жданко // Агропанорама. – 2008. - №6. – С. 25-27.
2. Чайчиц, Н.В. Совершенствование гребнеобразования при выращивании кукурузы в районах с недостаточной теплообеспеченностью / Н.В. Чайчиц, В.Н. Герасимов // Весці Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь. – 1998. – № 1. – С. 84-88.
3. Шевченко, В. Возделывание кукурузы по гребневой технологии в условиях центральных районов Нечерноземной зоны / В. Шевченко, А. Загинайлов // Главный агроном. – 2008. – №4. – С. 33-35.
4. Вахонин Н.К. Теоретические аспекты работы и требования к параметрам дренажа при осуществлении реконструкции в различных природных условиях / Н.К. Вахонин // Мелиорация. – 2011. – №2 (66). – С. 5-16.
5. Шейко, И.П. Комплекс мер по интенсификации кормопроизводства и животноводства / И.П. Шейко // Агроэкономика. – 2005. – №11. – С.48-50.
6. Тиво, П.Ф. Эффективность возделывания кукурузы и люцерны в условиях Поозерья / П.Ф. Тиво., Л.А. Саскевич, С.М. Крутько // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – №1. – С. 21-24.
7. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н.Ф. Надточаев. – НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
8. Производство грубых кормов (в 2-х книгах). – Под общ. редакцией Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2002. – Книга 1. – 360 с.
9. Фельгентрой, К. Как кукурузе «утолить жажду»? / К. Фельгентрой // Новое сельское хозяйство. – 2007. – №6. – С. 65-70.

Summary

Tivo P.F., Krutko S.M., Sakvenkov K.M., Saskevich L.A., Spartak V.E., Govorova T.V., Laykova N.A., Shinkevich Z.N.

QUESTION OF TECHNOLOGY IMPROVEMENT OF MAIZE CULTIVATION IN LAKELAND CONDITIONS

It is shown the results of research of Flint maize hybrid productivity from seed technology and doses of fertilizers. It is given the qualitative and quantitative analysis of variants of the experiment. It is revealed dependences between the productivity of maize and photosynthetic capacity of the biological activity of soil. The economic evaluation of the proposed technology is given. It is detected the positive impact on productivity of maize in its cultivation in Lakeland conditions on the crest technology.

Поступила 30 января 2012 г.