

Урожайность кукурузы на зеленую массу и зерно на склоновых землях

П.Ф. Тиво, доктор с.-х. наук,
Л.А. Саскевич, старший научный сотрудник, Е.А. Бут, младший научный сотрудник
Институт мелиорации

(Дата поступления статьи в редакцию 15.01.2016 г.)

Применительно к Поозерью практически не исследована возможность получения зерна кукурузы. Это, прежде всего, касается склоновых земель, которые преобладают в данном регионе. Всё это и определило тематику исследований. Принималось во внимание и то обстоятельство, что возделывание пропашных культур на склонах с крутизной свыше 5 ° может усилить водную эрозию почвы. Поэтому для исследований были подобраны участки с меньшими уклонами поверхности, типичными для этого региона. На основании проведенных исследований в Сенненском районе Витебской области выявлено влияние плодородия почв и погодных условий на урожайность кукурузы, убираемой на зеленую массу и зерно.

Введение

К склонам относят поверхности с крутизной более 1°. На их долю приходится свыше 80% земель. Для решения разных практических задач существует несколько классификаций склонов по этому параметру. Например, при геолого-геоморфологических работах склоны по крутизне делят на крутые (более 35°), средней крутизны (35–15°), отлогие (15–5°) и очень отлогие (5–2°). В почвоведении (земледелии) различают пологие (1–3°), покатые (3–5°), сильно покатые (5–8°) и крутые (>8°) склоны. От крутизны склона зависит важнейшие свойства почвы, такие как содержание гумуса, азота, элементов минерального питания, реакция почвенной среды. На кислых почвах рН уменьшается на более наклонных поверхностях, а на щелочных зависимость противоположная. С увеличением крутизны возрастает смыв почвы [1–2]. С переходом от несмытой к сильносмытой почве уменьшаются запасы гидролизующих соединений азота и степень подвижности азотного фонда с 21,2 до 16,5% [3].

Различают длинные склоны (более 500 м), средней длины (500–50 м) и короткие (менее 50 м). Чем длиннее склон, тем больше объем поверхностного стока, скорость течения и толщина слоя воды. При этом усиливается ее разрушительное действие на почву [4].

На интенсивность эрозии оказывает влияние и экспозиция склона – это его ориентировка относительно сторон света. Она влияет на микроклимат, растительность, содержание влаги в почве. На склонах северных и западных экспозиций мощность снежного покрова, запас воды перед снеготаянием и ее накопление в почве после снеготаяния характеризуются более высокими значениями, чем на склонах южных и восточных экспозиций. Практически такая же тенденция наблюдается и в отношении урожайности сельскохозяйственных культур. Отношение испаряемости со склонов (крутизной 5°) к испаряемости на ровном месте, относительные показатели интенсивности весеннего смыва почв, наличие площадей смытых и размываемых земель на южных экспозициях больше, чем на северных. Различия между склонами восточных и западных экспозиций выражены слабее. На склонах южных экспозиций эрозия нередко больше и при выпадении сильных дождей. Это обусловлено сравнительно худшими физико-химическими свойствами почв и меньшей почвозащитной ролью растительности. Ориентация и крутизна склонов существенно влияет на температуру почвы. Весной, летом и осенью южные склоны днём теплее, а северные за-

With regard to the Lake District almost no possibility of obtaining corn. This is particularly true of sloping lands, which predominate in the region. All this determined the subject of our research. It takes into account the fact that the cultivation of row crops on steep slopes with more than 5 ° can enhance water erosion. Therefore, studies were selected areas with lower slope of the surface, typical for this region. Based on studies in Senno district, Vitebsk region revealed the effect of weather conditions on the yield of maize harvested for green mass and grain.

метно холоднее, чем на открытом ровном месте, причём микроклиматические различия возрастают с увеличением крутизны склонов [1, 5].

Особенно большую тревогу вызывают темпы снижения содержания органического вещества. Убыль даже 1 см гумусового горизонта снижает потенциальный урожай зерна на 0,5–2 ц/га, а утраченная тонна гумуса уменьшает запасы полезной энергии в почве на $4,5 \times 10^6$ ккал [6]. Разрушение и потеря гумуса в обрабатываемых почвах в значительной мере происходит под влиянием водной эрозии, когда утрачивается верхний, самый плодородный, перегнойный горизонт. Это приводит к нарушению роли почвы в круговороте веществ в биосфере (круговорот воды, углерода, кислорода, азота и т. д.).

По оценке А.А. Жученко [7], на эродированных почвах водоудерживающая способность каждого гектара уменьшается на 500–600 м³, что равноценно снижению урожайности зерновых на 5–6 ц/га и более. Оструктуренные, с высоким содержанием гумуса почвы обладают лучшей водопроницаемостью и характеризуются высокой противозерозионной устойчивостью, снижению которой способствуют пропашные культуры. Поэтому в нашей республике не допускается их возделывание на землях с уклоном поверхности 3–5° [8]. Сказанное в равной мере относится и к кукурузе, хотя в Венгрии, Чехословакии [9] и Германии [10] она выращивалась на таких склонах.

Потенциал продуктивности этой культуры используется в нашей республике далеко не полностью. Прежде всего, это касается северной зоны, где сумма эффективных температур меньше, чем в других регионах. Менее благоприятны на севере страны и почвенные условия. Ситуация осложняется наличием там склоновых земель. Последнее приводит к тому, что на пониженных элементах рельефа растения страдают от переувлажнения, а на повышенных – от недостатка влаги. Это затрудняет работу дренажа и требует дополнительных агромероприятий и адаптивного размещения культур по площади: на нижней части склона предпочтительны многолетние влаголюбивые травы, на относительно повышенной – зерновые культуры, кукуруза на силос.

Интерес к последней вызван высокой её продуктивностью, что подтверждается мировым опытом [11–12]. Вместе с тем в кукурузе содержится мало сырого и переваримого протеина, что приходится компенсировать введением в рацион животных различных шротов или кормов из многолетних бобовых трав. Вопрос лишь в количестве

белковой добавки. Тем более, что, например, немецкие ученые оценивают качество кормов не только по содержанию сырого, но и используемого протеина, который включает в себя сырой протеин и бактериальный белок, образующийся в рубце жвачных животных. Так, в кукурузном силосе, заготавливаемом в фазе восковой спелости зерна, животные усваивают на 64 % больше белка, чем его имеется непосредственно в корме, чего нельзя сказать о бобовых травах [13].

Условия и методика проведения исследований

Полевые опыты проводили на Витебской опытно-мелиоративной станции (ВОМС), расположенной в Сенненском районе. Подобраны участки юго-восточной экспозиции с крутизной 1–2 и 3–4 градуса. Суглинистая почва отличалась здесь высоким содержанием подвижного фосфора (280 мг/кг) и средним – обменного калия (200 мг/кг), гумуса на участке с меньшей крутизной – 1,8–2,0 %, с большей – 1,5 %, что обусловлено водной эрозией за время длительного их использования. Реакция среды в обоих случаях была близка к нейтральной: рН соляной вытяжки – 6,0–6,3. Повторность опыта 4-кратная, размер учетной делянки – 35 м².

В опытах (2014 г.) возделывали среднеранний гибрид (число ФАО 190) кукурузы Падрино фирмы КВС (Германия), в 2015 г. – Стесси. Норму высева рассчитывали на густоту стояния 90 тыс. растений/га. Доза зеленого удобрения, как и полужидкого навоза, составляла 40 т/га, что выравнивало их по количеству азота. Агротехника возделывания общепринятая в республике, сев произведен в 2014 г. 6 мая, в 2015 г. – 27 апреля. Минеральный азот (карбамид) вносили в основную заправку и в подкормку, фосфор и калий – в один прием под культивацию. Доза калия ограничивалась 90 кг/га К₂O с целью исключения его избыточного накопления растениями. Учитывая недостаточное содержание усвояемого цинка в почве, осуществляли некорневую подкормку этим микроэлементом в дозе 150 г/га д. в., а также медью – в фазе 6–8 листьев.

Метеорологические условия 2014 г. характеризовались очень неравномерным выпадением атмосферных осадков: относительно засушливый май (83 % от нормы) сменился более влажным июнем. Недостаток осадков наблюдался в июле, чего нельзя сказать об августе.

Наиболее жарким был июль, а относительно холодным – июнь. За период с апреля по сентябрь сумма среднесуточных температур превысила норму на 1,4 °С.

Гидротермический коэффициент Селянинова за это время составил 1,2, хотя сильно изменялся по месяцам (рисунок 1).

В сумме за июнь–август в 2014 г. выпало 285 мм атмосферных осадков. В 2015 г. за этот период количество их составило всего лишь 125 мм, тогда как для формирования высокого урожая кукурузы требуется не менее 200 мм [14].

Результаты исследований и их обсуждение

Кукуруза в полевом опыте (2014 г.) оказалась более продуктивной, чем, например, многолетние бобовые травы, возделываемые в одинаковых условиях. При этом в лучшую сторону выделялся участок, расположенный на землях с уклоном поверхности 1–2 °: прибавка сухой массы кукурузы составляла 16–18 ц/га по сравнению с вариантами с уклоном поверхности 3–4 °.

Увеличилась урожайность и от применения повышенной дозы азота (N₁₅₀ по сравнению с N₉₀) (таблица 1). При оценке эффективности использования азота необходимо иметь в виду тот общеизвестный факт, что процессы нитрификации в почве ослабляются из-за недостатка влаги. Дополнительное же внесение минерального азота компенсировало дефицит этого элемента, на что положительно реагировала кукуруза. При этом наблюдалась также тенденция увеличения высоты растений (таблица 2).

Получены достоверные прибавки урожая зерна кукурузы при её возделывании на участке с меньшей крутизной склона (таблица 3), что, по-видимому, обусловлено различием почв по плодородию, вызванным неодинаковой интенсивностью водной эрозии в прежние годы. Однако в большинстве вариантов получено с 1 га свыше 140 ГДж/га обменной энергии. Как и в случае с урожаем зеленой массы, от дополнительной дозы азота получена прибавка урожая зерна.

В 2015 г. из-за неблагоприятного водного режима почвы урожайность кукурузы, возделываемой на силос и зерно, существенно снизилась. При этом повышенная доза азота оказалась неэффективной.

Практически не различались по влиянию на урожай варианты с бесподстилочным навозом и зеленым удобрением, хотя последнее мероприятие менее затратное. Экономия достигается также и за счет рационального применения калийных и фосфорных удобрений. В итоге себестоимость продукции снижается не менее чем на 10 %.

Кукурузу на зерно в условиях нашей республики убирают при более высокой влажности (25–38 %), чем другие

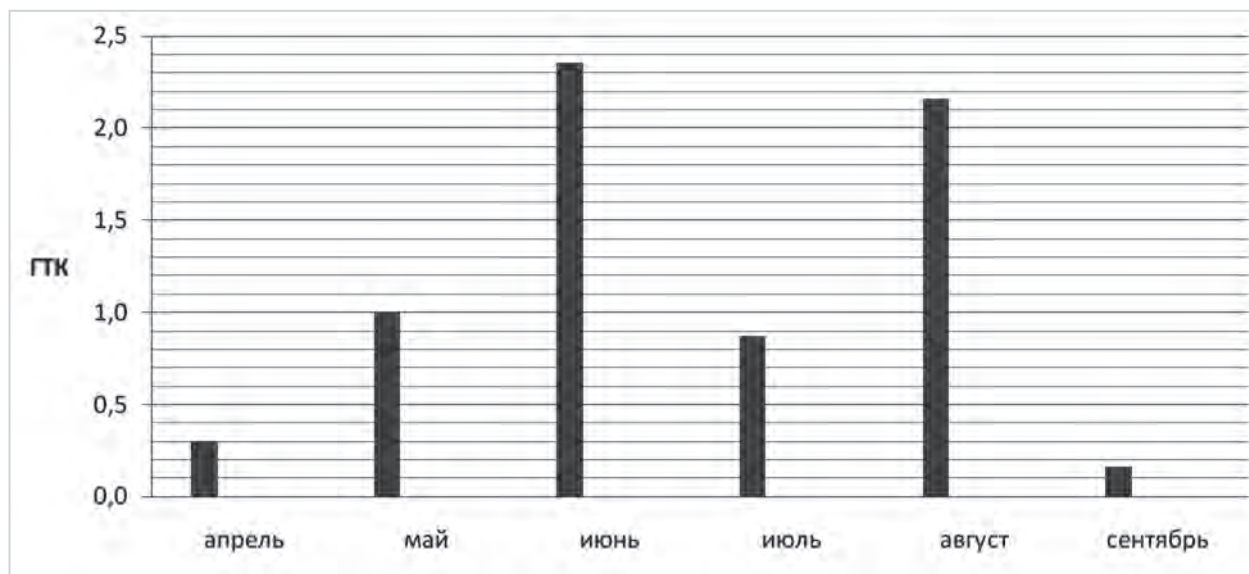


Рисунок 1 – Гидротермический коэффициент Селянинова за вегетационный период 2014 г.

Таблица 1 – Влияние азотных удобрений на урожай зеленой и сухой массы кукурузы (ВОМС)

Вариант	Урожайность, ц/га		Прибавка урожая сухой массы	
	зеленой массы	сухой массы	ц/га	%
2014 г.				
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	488/430*	161/144	17	11,8
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	523/470	173/157	16	10,2
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	499/440	163/147	18	12,4
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	536/478	177/160	17	10,6
НСР ₀₅	36		12	
2015 г.				
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	403/341	138/116	22	19,0
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	410/345	139/118	21	17,8
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	413/342	141/117	24	20,5
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	420/353	143/120	23	19,2
НСР ₀₅	33		11	

Примечание – *В числителе – уклон поверхности 1–2 °; в знаменателе –3–4 °.

Таблица 2 – Влияние азотных удобрений на высоту растений кукурузы в фазе восковой спелости зерна (ВОМС, 2014 г.)

Вариант	Высота растений в зависимости от уклона поверхности, м	
	1–2 °	3–4 °
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	2,71	2,61
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	2,78	2,64
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	2,75	2,66
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	2,82	2,68

Таблица 3 – Влияние азотных удобрений на урожай зерна кукурузы (ВОМС)

Вариант	Урожай зерна 14% влажности, ц/га	Прибавка урожая	
		ц/га	%
2014 г.			
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	85,1/74,3*	10,8	14,5
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	93,0/83,1	9,9	11,9
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	88,1/77,4	10,7	13,8
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	95,5/85,9	9,6	11,2
НСР ₀₅		7,3	
2015 г.			
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	65,0/55,0	10,0	18,2
Зеленое удобрение (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	66,3/56,0	10,3	18,4
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	67,0/55,6	11,4	20,5
Полужидкий навоз (40 т/га) + N ₁₅₀ P ₄₀ K ₉₀	69,0/57,0	12,0	21,1
НСР ₀₅		6,9	

Примечание – * В числителе – уклон поверхности 1–2 °; в знаменателе –3–4 °.

зерновые культуры, а ее зерно хуже отдает влагу при сушке. На сушку 1 т зерна влажностью 25 % расходуется 29–36 кг дизельного топлива, влажностью 38 % – 48–60 кг, что при урожайности 70 ц/га составит, соответственно, 200–250 и 350–400 кг на гектар. Это значительно больше, чем расходуется на возделывание культуры в целом, начиная от основной обработки почвы и заканчивая убор-

кой. Чтобы уйти от высокочрезмерной сушки зерна, в производстве, особенно в европейских странах, широко применяется его консервирование путем силосования. Есть примеры использования этой технологии и в Беларуси. Так, в УКСП "Совхоз "Доброволец" Кличевского района в 2014 г. было заложено в траншеи 12,5 тыс. т измельченной зерноотрубной смеси. Она позволяет не толь-

ко быстро и в большом объеме заготовить качественный концентрированный корм, но и снизить себестоимость кормовой единицы [15].

Кроме того, при возделывании кукурузы на зерно и запашке измельченной соломы в почву попадает значительное количество органического вещества [16], что эквивалентно, по меньшей мере, 26 т/га условного навоза [17].

Выводы

1. Почвенно-климатические условия (прежде всего сумма эффективных температур) ряда районов Витебской области, особенно Сенненского, вполне подходят для возделывания раннеспелых гибридов кукурузы не только на зеленую массу, но и на зерно. В отдельные годы это удается и при использовании среднеранних сортов, что подтверждается исследованиями с гибридом Падрино на Витебской опытно-мелиоративной станции, где в 2014 г. было получено с 1 га 74–96 ц зерна стандартной влажности. В 2015 г. из-за дефицита атмосферных осадков, особенно в августе, продуктивность кукурузы заметно снизилась.

2. Более высокий урожай формировался на участке с уклоном поверхности 1–2°, чем на землях с крутизной склонов 3–4°, что обусловлено различным плодородием этих почв.

3. Применяемые в полевом опыте два вида органических удобрений (полужидкий навоз, зеленая масса редьки масличной) в сочетании с NPK оказали практически равноценное влияние на влажность почвы и урожай.

4. Улучшение азотного питания растений за счет дополнительного его внесения в дозе 60 кг/га положительно сказалось в 2014 г. на продуктивности кукурузы. В 2015 г. этого не наблюдалось по причине неблагоприятных погодных условий.

5. Вместо сушки влажного зерна кукурузы целесообразно применять силосование её зерноостержевой смеси, что существенно снизит затраты на заготовку корма.

6. Для возделывания кукурузы на зерно следует подбирать участки склоновых земель южной экспозиции, ко-

торые характеризуются более благоприятным тепловым режимом почвы, что очень важно для условий Поозерья.

Литература

1. Лопырев, М.И. Защита земель от эрозии и охрана природы: учеб. пособие для вузов / М.И. Лопырев, Е.И. Рябов. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 240 с.
2. Система земледелия / А.Ф. Сафонов [и др.]; под ред. А.Ф. Сафонова. – Москва: Колос, 2009. – 447 с.
3. Азотный фонд дерново-подзолистых почв разной степени эродированности и потери азота в процессе водной эрозии / Н.Н. Цыбулько [и др.] // Агрохимия. – 2013. – №2. – С. 3–10.
4. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – Москва: Колос, 2010. – 687 с.
5. Каштанов, А.Н. Агрэкология почв склонов / А.Н. Каштанов, В.Е. Явтушенко. – Москва: Колос, 1997. – 240 с.
6. Сохранение почв / А.И. Мурашко [и др.]. – Минск: Ураджай, 1989. – 232 с.
7. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / А.А. Жученко. – Москва: ООО "Изд-во Агрорус", 2004. – 1009 с.
8. Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси: рекомендации / А.Ф. Черныш [и др.]; под общ. ред. А.Ф. Черныша. – Минск, 2005. – 52 с.
9. Эрозия почв и борьба с ней / Под ред. В.Д. Паникова. – Москва: Колос, 1980. – 367 с.
10. Производство грубых кормов (в 2-х книгах) / Под общ. ред. Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2002. – Кн. 1. – 360 с.
11. Браун, Л. Как избежать климатических катастроф? План Б 4.0: спасение цивилизации / Л. Браун; пер. с англ. А. Калинина [и др.]. – Москва: Эксмо, 2010. – 416 с.
12. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси. / Н.Ф. Надточаев; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
13. Энергоэффективность аграрного производства / В.Г. Гусаков [и др.]; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Л.С. Герасимовича. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 776 с.
14. Гатаулина, Г.Г. Технология производства продукции растениеводства / Г.Г. Гатаулина, В.Е. Долгодворов, М.Г. Обьедков. – Москва: Колос, 2007. – 528 с.
15. Надточаев, Н. Максимально убрать и сохранить кукурузу / Н. Надточаев, Д. Лужинский // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 8. – С. 56–60.
16. Лапа, В. Кукурузная солома в почвенном "меню" / В. Лапа, Т. Серая, Е. Богатырева // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 12. – С. 44–46.
17. Босак, В.Н. Баланс гумуса и урожайность зерна кукурузы на дерново-подзолистых почвах / В.Н. Босак, Т.В. Дембицкая, Е.Г. Мезенцева // Вестник Белорусской государственной с.-х. академии. – 2007. – № 4. – С. 72–74.

УДК 633.88:631.527

Классификация и характеристика разнообразия рода *Calendula L.* с помощью кластерного анализа

Р.В. Мельничук, аспирант

Опытная станция лекарственных растений ИАП НААН Украины

Р.Л. Богуславский, кандидат биологических наук

Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН Украины

(Дата поступления статьи в редакцию 24.02.2016 г.)

В статье приведена дифференциация коллекции рода *Calendula L.* Опытной станции лекарственных растений с помощью метода кластерного анализа по признакам и коллекционным образцам. Выделено шесть наиболее существенных признаков, характеризующих коллекционное разнообразие, и определены корреляционные связи между ними. Коллекционные образцы календулы сгруппированы в 6 кластеров, из которых выделено 7 образцов по комплексу хозяйственно ценных признаков.

Введение

Календула или ноготки (*Calendula officinalis L.*) – одна из лекарственных культур, пользующихся большим спросом. Её сортовое и видовое разнообразие представляет достаточный исходный материал для селекционной работы. Эффективное его использование определяется из-

*The article describes the differentiation of the collection of the genus *Calendula L.* Experimental station of medicinal plants with the help of cluster analysis on signs and samples. The most essential signs of the 3 clusters and identify correlations between them. Distributed collection samples of marigold for 6 clusters of which are marked 7 samples by the complex of economically valuable traits.*

ученностью и систематизацией по комплексу признаков. Для анализа изменчивости признаков и классификационных построений Р.Л. Малышев [1] предлагает различные методы многомерной статистики (факторный, кластерный и дискриминантный анализы), которые нашли применение в работе с генетическими ресурсами различных