

УДК 633.15:631.526.325:631.8

ПРИРОСТ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЙ

Иванова З.А., Нагудова Ф.Х.

ФГОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова»,
Нальчик, e-mail: fnagudova@mail.ru

В статье изучались прирост сухого вещества и продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от минеральных удобрений. Наиболее резкое увеличение накопления сухого вещества в растениях кукурузы на варианте, где вносились минеральные удобрения в дозе N120P120K40. Прирост сухого вещества одного растения в фазе появления метелок на этом варианте по сравнению с не удобрённым вариантом был выше на 61,4 г, а в фазе восковой спелости – на 173,9 г. Продуктивность фотосинтеза прямо зависит от накопления сухого вещества и прироста листовой поверхности. На всех вариантах наблюдается постепенное нарастание продуктивности фотосинтеза, затем в фазу появления метелок фотосинтетическая деятельность листьев несколько уменьшается с последующим возрастанием в фазу молочной спелости. Минеральные удобрения оказывают значительное влияние на качество зерна, содержание белка, крахмала и жира в зерне у гибридов кукурузы увеличивалось в зависимости от уровня минерального питания и определялось сортовыми особенностями. Для среднеспелого гибрида кукурузы РИК 301 МВ сбор с 1 га на контроле (без удобрений) составил: белка – 499,3 кг, крахмала – 3316,1 кг, жира – 213,6 кг, а на удобрённых вариантах: белка 612,1–733,2 кг, что в 1,2–1,5 раз выше, крахмала соответственно 3823,0 – 4622,8 кг или в 1,2–1,4 раз выше, жира соответственно 253,3–294,4 кг или в 1,18–1,37 раза выше контроля. Такая закономерность наблюдается для среднеспелого гибрида Кавказ 412 СВ и позднеспелого гибрида КОС 600 СВ. Надо отметить, что наибольший сбор белка, крахмала и жира получен у более поздних гибридов кукурузы.

Ключевые слова: сухое вещество, продуктивность фотосинтеза, продуктивность гибрида кукурузы

THE INCREASE OF DRY MATTER AND PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS DEPENDING ON THE FERTILIZER

Ivanova Z.A., Nagudova F.Kh.

Kabardino-Balkarian GAU, named by V.M. Kokov, Nalchik, e-mail: fnagudova@mail.ru

The article examined the increase in dry matter and productivity of maize hybrids depending on mineral fertilizers. The most dramatic increase in accumulation of dry matter in maize plants on version, which is made of mineral fertilizers in the dose of N120P120K40. The increase in dry matter per plant in the phase of emergence of panicles in this embodiment, in comparison with the not fertilized variant was higher by 61,4 g, and in the phase of wax ripeness at 173,9 g. The Productivity of photosynthesis is directly dependent on the accumulation of dry matter and the growth of the leaf surface. In all cases there is a gradual increase in the productivity of photosynthesis, and then in the phase of emergence of panicles photosynthetic activity of the leaves decreases somewhat with further increase in the milk stage. Mineral fertilizers have a significant effect on grain quality, protein, starch and fat in grain of corn hybrids increased depending on the level of mineral nutrition and defined varietal characteristics. For mid-season hybrid of corn RICK 301 MV collection from 1 ha on control (without fertilizers) were: protein – 499,3 kg, starch – 3316,1 kg, fat – 213,6 kg, and in the fertilized variants: protein 612,1–733,2 kg, 1,2–1,5 times higher, respectively 3823,0 starch – 4622,8 kg or 1,2–1,4 times higher, respectively 253,3 fat – 294,4 kg or 1,18–1,37 times above the control. Such a pattern is observed for middle-late hybrid of the Caucasus 412 and late SV hybrid SV 600 KOS. It should be noted that the largest collection of protein, starch and fat obtained from the more recent corn hybrids.

Keywords: dry matter, photosynthetic productivity, productivity of hybrid maize

Опыт показывает, что для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо вносить в почву главные элементы питания в значительно большем количестве, чем было израсходовано для формирования урожая [1].

Значительному накоплению сухого вещества, повышению продуктивности фотосинтеза способствует применение удобрений, что в свою очередь положительно влияет на увеличение урожая кукурузы.

Однако следует учитывать, что значительные прибавки зерна можно получить лишь при наличии в почве достаточных

количеств легкодоступных питательных веществ, о чем свидетельствует их вынос кукурузой при формировании высоких урожаев продукции. Установлено, что в жизни кукурузы ведущая роль принадлежит азоту [3].

Говоря об эффективности использования удобрений под кукурузу, нельзя не указать на их большую роль в формировании качественного урожая. По данным отечественных и зарубежных ученых, удобрения значительно повышают в товарной продукции содержание белка, жира и других хозяйственно ценных веществ (В.Т. Куркаев,

2004; А.И. Скрипченко, 2005; А.В. Лазурский, Р.И. Кардиналовская, 2007; Ю.Л. Кудзин и др. 2000; А.Я. Гетманец и др., 2007; В.В. Лапа и др., 1999; А.В. Ивойлов, И.А. Шильников, А.А. Шелкунова, 2009).

При этом О.И. Колоша, Н.Н. Дзюбенко (2004), А.А. Созинов, Г.П. Жемела (2003), указывая на важное значение удобрений в повышении качества зерна и зеленой массы кукурузы, особенно подчеркивают большую роль азотных удобрений.

Согласно данным Донецкой опытной станции (К.П. Афеңдулов, 1995, 2006), внесение удобрений повысило не только урожай кукурузы, но и содержание протеина в зерне с 12,03 до 12,35%. Возросло также содержание в составе белка незаменимых аминокислот триптофана, валина и лизина.

По сообщениям L. Zizka, D. Jsfan (2005), прибавка урожая быстро возрастала при повышении дозы азота до N120, а затем прирост урожая был медленным, достигая максимума при N192. П.Г. Найдин (1993) на основании многолетних данных установил, что в черноземной зоне на образование 1 ц зерна кукурузы с соответствующим количеством остальной надземной массы расходуется в среднем 3 кг азота, 1,0–1,2 фосфора и 2,5 кг калия. К таким же выводам пришли П.П. Вавилов и др. (1996), Г.В. Коренев и др. (2009).

Дозы и нормы удобрений в различных зонах устанавливаются с учетом уровня плодородия почв, типа гибрида, планируемого урожая кукурузы.

Цель нашей работы – изучить влияние минеральных удобрений на прирост сухого вещества и продуктивность фотосинтеза.

В полевых опытах в качестве объектов исследования использовали гибриды разной зрелости: среднеспелый РИК 301 МВ, среднепоздний гибрид Кавказ 412 СВ и позднеспелый КОС 600 СВ. В схему опыта включались шесть вариантов по изучению влияния минеральных удобрений со следующими дозами:

- 1) без удобрений;
- 2) N 60 P 60 K 40;
- 3) N 90 P 60 K 40;
- 4) N 90 P 90 K 40;
- 5) N 120 P 90 K 40;
- 6) N 120 P 120 K 40.

По данным Б. Дьерффи и З. Бержени (1978), оптимальная доза удобрений тесно связана с увеличением потенциальной урожайности гибридов. Если в Венгрии в 1960 году оптимальной была доза азотного удобрения 120 кг/га, то в 1970 – 160 кг/га,

а в настоящее время для вновь созданных гибридов – 240 кг/га.

Вынос элементов питания зависит от почвенно-климатических условий произрастания растений, орошения и других факторов урожайности (З.И. Журбицкий, 2003, 1995; П.Г. Найдин, В.И. Гулидова, 1999; К.П. Афеңдулов, А.И. Лантухова, 2003; Ю.К. Тонкаль, 1974). А.В. Ивойлов, И.А. Шильников, А.А. Шелкунова (1990), основываясь на данных выноса питательных веществ растениями, указывают, что потребность в отдельных элементах питания обусловлена биологическими особенностями культур и накоплением ими общей биологической массы. Они отмечают, что более высокий вынос азота, фосфора, калия на удобренных вариантах происходит главным образом за счет повышения содержания элементов питания в растениях.

А.П. Лисовал и др. (1989) пришли к выводу, что с урожаем зерна 60–70 ц/га кукуруза выносит с 1 га 150–180 кг/га азота, 50–60 кг фосфора, 150–200 кг калия. При этом они отмечают, что главные элементы питания поглощаются кукурузой на протяжении вегетационного периода неравномерно. Поглощение азота с разной интенсивностью продолжается до восковой спелости, фосфора равномерно, вплоть до созревания, а высокая потребность растений кукурузы в калии наблюдается в период выбрасывания метелок, цветения и наливания зерна.

У К.П. Афеңдулова (1996), А.М. Артюшина и др. (1991) также находим, что наибольшая потребность кукурузы в отдельных элементах по фазам развития проявляется по-разному.

Так, если накопление азота и калия (в процентах от общего количества) в молодых растениях идет аналогично процессу накопления сухого вещества, но более быстро и опережает его в период до фазы молочно-восковой спелости, то затем до фазы полной спелости накопления сухого вещества. К таким же результатам пришел и И.Д. Канивец (2008).

Поступление и содержание в растениях азота, фосфора и калия сильно колеблется в зависимости от уровня удобрения (Ю.К. Кудзин и др. (1990), К.П. Афеңдулов (1991), Н.А. Чернявская (1995); Д.С. Филев (1999).

А.Я. Гетманец (1978) установил, что кукуруза в начале своего развития практически не использует азот, максимальное его потребление, считает он, начинается с образования 9–10 листьев до молочно-восковой спелости зерна [5].

Кукуруза является азотофилом. В первый период развития растения усиленно поглощают азот, обеспечивая его накопление в запас для использования в период интенсивного роста [2].

Кукуруза с урожаем 100–120 ц/га зерна и содержанием 10% сырого белка выносит из почвы 250–300 кг азота. Наиболее интенсивное использование азота растениями происходит в период, начиная с образования 5–6 листьев – до выметывания – цветения метелок. В этот период при формировании 115 ц/га зерна используется в сутки 4,1 кг/га азота [4].

Накопление сухого вещества растениями кукурузы по нашим данным продолжается до восковой спелости, при этом в начале вегетации оно идет медленно. Вес одного растения на 1 варианте (неудобренный) от всходов выбрасывания метелок составил 155 г, тогда как от фазы выбрасывания метелок до восковой спелости он увеличился в 2,2 раза.

На удобренных вариантах эта закономерность сохраняется и масса одного растения соответственно увеличивается на 171–215,3 г и на 346–457,2 г.

Наиболее резкое увеличение накопления сухого вещества в растениях кукурузы на варианте, где вносились минеральные удобрения в дозе N120P120K40. Прирост сухого вещества одного растения в фазе появления метелок на этом варианте по сравнению с не удобренным вариантом был выше на 61,4 г, а в фазе восковой спелости на 173,9 г.

Увеличение площади листовой поверхности в течение вегетационного периода неодинаково. Площадь листовой поверхности за каждые 10 дней увеличивается в 2–3 раза до фазы выметывания метелок, а во вторую половину вегетации (от появления метелок до конца вегетации) отмечается замедление роста листовой поверхности. Внесение ми-

неральных удобрений способствует интенсивному росту листовой поверхности.



Рис. 1. Прирост сухой массы растений кукурузы за вегетационный период (кг/га)

Продуктивность фотосинтеза прямо зависит от накопления сухого вещества и прироста листовой поверхности. На всех вариантах наблюдается постепенное нарастание продуктивности фотосинтеза, затем в фазу появления метелок фотосинтетическая деятельность листьев несколько уменьшается с последующим возрастанием в фазу молочной спелости. Так, в период нарастания вегетативной массы продуктивность фотосинтеза по вариантам колебалась в пределах 4,4–8,9 г/м²·сутки, тогда как в период образования мужских и женских соцветий она возросла до 10,7–12,2 г/м²·сутки.

Урожай кукурузы и его структура в зависимости от удобрений

Анализ данных по структуре урожая свидетельствует о том, что наилучшие их показатели совпадают с теми вариантами опыта, в которых собран максимальный урожай. Значительному изменению подвергались: длина початка, число зерен в рядке, масса початка и масса 1000 зерен; меньше – число рядков в початке и выход зерна (табл. 1).



Рис. 2. Прирост листовой площади растений кукурузы за вегетационный период (тыс. м²/га)

Таблица 1

Элементы структуры урожая гибридов кукурузы в зависимости от уровня минерального питания (сред. данные за 2013–2015 гг.)

Гибриды	Вариант	Показатели			
		Длина початка, см	Количество зерен в початке, шт.	Масса зерна с 1 початка, г	Масса 1000 зерен, г
РИК 301 МВ	Контроль	18,2	260,6	74,3	285,3
	N60P60K40	18,9	297,7	87,1	292,7
	N90P60K40	19,4	301,4	89,3	296,3
	N90P90K40	19,8	317,6	99,2	312,3
	N120P90K40	20,2	312,1	93,3	308,6
	N120P120K40	21,3	308,4	92,8	297,2
Кавказ 412СВ	Контроль	18,0	312,9	77,0	247,0
	N60P60K40	18,3	357,5	90,6	251,8
	N90P60K40	19,1	360,0	92,8	256,1
	N90P90K40	19,8	362,8	93,1	257,0
	N120P90K40	19,7	373,2	98,6	264,8
	N120P120K40	19,5	381,3	103,0	270,2
КОС 600СВ	Контроль	23,2	325,3	94,6	291,3
	N60P60K40	23,9	361,2	107,0	295,6
	N90P60K40	24,0	373,3	109,8	296,3
	N90P90K40	24,6	375,8	112,5	298,5
	N120P90K40	24,8	385,6	121,4	315,5
	N120P120K40	25,0	391,3	123,8	316,7

Таблица 2

Урожай зерна гибридов кукурузы в зависимости от уровня минерального питания

	РИК-301 МВ	Прибавка	Кавказ-412СВ	Прибавка	КОС-600МВ	Прибавка
Контроль	53,4	–	58,1	–	59,3	–
N60P60K40	60,3	6,9	65,4	12,0	66,4	13,0
N90P60K40	62,0	8,6	67,5	14,1	69,6	16,2
N90P90K40	65,2	11,8	1,2	17,8	73,7	20,3
N120P90K40	66,0	12,6	72,7	19,3	75,9	22,5
N120P120K40	66,9	13,5	75,5	22,1	79,8	26,4
НСР	–	3,1	–	4,1	–	4,5

Влияние минеральных удобрений на урожайность гибридов кукурузы показано в табл. 2. Различные дозы минеральных удобрений увеличивали урожай зерна у средне-спелого гибрида РИК-301 МВ, она составила по сравнению с контролем в пределах 6,9–13,5 ц/га. Надо отметить, что при увеличении доз минеральных удобрений получена максимальная прибавка на варианте N90P90K40. При дальнейшем увеличении доз азотно-фосфорных удобрений у данного гибрида прибавка урожая не растет незначительно в пределах ошибки (12,6–13,5 ц/га).

Для среднеспелого гибрида Кавказ 412 СВ урожайность на контроле составляла 58,1 ц/га. При внесении дозы N60P60K40 прибавка получена в размере 12,0 ц/га. При дальнейшем увеличении дозы азота

на 30 кг д.в. прибавка выросла по сравнению с предыдущей дозой на 2,1 ц/га, а при дозе N90P90K40 она превышала на 3,7 ц/га. Далее наблюдается снижение прибавки. Такая же закономерность наблюдалась у позднеспелого гибрида КОС 600 СВ, но надо отметить, что данный гибрид был более отзывчив на внесение повышенных доз минеральных удобрений, где прибавка составила от 13,0 до 26,4 ц/га. Особенностью данного гибрида является то, что он максимально использует вносимые питательные вещества. За три года он дал наибольшую урожайность, достигающую в среднем около 80 ц/га в богарных условиях, что говорит о потенциальных возможностях данного гибрида в условиях предгорий Северного Кавказа.

Таблица 3

Химический состав зерна гибридов кукурузы разной группы спелости в зависимости от уровня минерального питания (ср. данные за 2013–2015 гг.)

Вариант	Содержание в пересчете на сухое вещество, %				Содержание в зерне на 1 га, кг		
	Белок	Крахмал	Жир	Всего	Белок	Крахмал	Жир
РИК 301 МВ							
Контроль	9,35	62,1	4,0	75,45	499,3	3316,1	213,6
N60P60K40	10,15	63,4	4,2	77,75	612,1	3823,0	253,3
N90P60K40	10,85	65,4	4,2	80,45	672,7	4054,8	260,4
N90P90K40	10,93	68,9	4,3	84,13	712,6	4492,3	280,4
N120P90K40	10,95	68,8	4,4	84,15	722,7	4540,8	290,4
N120P120K40	10,96	69,1	4,4	84,46	733,2	4622,8	294,4
Среднее	10,56	66,3	4,3	81,07	658,8	4141,6	265,4
Кавказ 412 СВ							
Контроль	9,44	70,3	4,0	83,77	548,5	4084,4	232,4
N60P60K40	9,51	71,5	4,1	85,11	622,0	4676,1	268,1
N90P60K40	9,56	72,3	4,2	86,06	645,3	4880,3	283,5
N90P90K40	9,58	73,9	4,3	87,78	682,1	5261,7	306,2
N120P90K40	9,61	74,3	4,3	88,21	698,7	5401,6	312,6
N120P120K40	9,71	75,1	4,3	89,11	733,1	5670,1	324,7
Среднее	9,57	72,9	4,2	86,67	654,9	4995,7	287,9
КОС 600 СВ							
Контроль	10,01	63,7	4,1	77,81	593,6	3777,4	243,1
N60P60K40	10,23	65,2	4,2	79,63	679,3	4329,3	278,9
N90P60K40	10,44	67,1	4,3	81,84	726,6	4670,2	299,3
N90P90K40	10,45	67,5	4,4	82,25	770,2	4974,8	324,3
N120P90K40	10,67	68,3	4,3	83,27	809,9	5184,0	326,4
N120P120K40	10,72	73,4	4,6	88,12	855,5	5857,3	359,1
Среднее	10,42	67,5	4,3	82,25	739,2	4798,8	305,2

Влияние удобрений на химический состав зерна кукурузы

Минеральные удобрения оказывают значительное влияние на качество зерна (табл. 3), содержание белка, крахмала и жира в зерне у гибридов кукурузы увеличивалось в зависимости от уровня минерального питания и определялось сортовыми особенностями. Для среднеспелого гибрида кукурузы РИК 301 МВ сбор с 1 га на контроле (без удобрений) составил: белка – 499,3 кг, крахмала – 3316,1 кг, жира – 213,6 кг, а на удобрённых вариантах: белка 612,1–733,2 кг, что в 1,2–1,5 раз выше, крахмала соответственно 3823,0–4622,8 кг или в 1,2–1,4 раз выше, жира соответственно 253,3–294,4 кг или в 1,18–1,37 раз выше контроля. Такая закономерность наблюдается для среднеспелого гибрида Кавказ 412 СВ и позднеспелого гибрида КОС 600 СВ. Надо отметить, что наибольший сбор белка, крахмала и жира получен у более поздних гибридов кукурузы.

Выводы

Мощным фактором образования и активизации аппарата фотосинтеза является применение минеральных удобрений. Максимальный урожай зерна для среднеспелого гибрида РИК 301 МВ достигается при внесении минеральных удобрений в дозе N90P90K40 для среднеспелого гибрида Кавказ 412 СВ – N120P90K40 и для позднеспелого гибрида КОС 600 СВ – N120P120K40.

Список литературы

1. Агафонов Е.В. Применение удобрений под гибриды кукурузы разного срока созревания Текст. / Е.В. Агафонов, А.А. Батаков // Кукуруза и сорго. – 2000. – № 3. – С. 6–7.
2. Агладзе Г. Влияние гербицидов и минеральных удобрений на урожай и качество зерновой кукурузы / Г. Агладзе, Д. Джинчарадзе, М. Чабукиани // Кормопроизводство. – 2003. – № 10. – С. 23–24.
3. Акулов А.А. Теоретические и практические возможности возделывания кукурузы на фуражное зерно // Кормопроизводство. – 2010. – № 2. – С. 3–5.
4. Базиев Х.К. Продуктивность гибридов кукурузы на выщелоченных черноземах / Х.К. Базиев, В.И. Кумахов // Аграрная наука. – 2008. – № 6. – С. 15–18.
5. Винокуров, И.Е. Продуктивность кукурузы на зерно при орошении в зависимости от приемов выращивания на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2007. – 24 с.