УДК 633.15:541.144

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСЕВА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

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 изучалась фотосинтетическая деятельность растений различных гибридов кукурузы при разной густоте. Результаты свидетельствуют о том, что повышение густоты стояния растений приводит к значительному увеличению площади листовой поверхности посевов и фотосинтетического потенциала. У гибрида РИК 301 МВ площадь листовой поверхности увеличилась на 17,1 при увеличении густоты от 50 до 70 тыс./га, у Кавказ 412 СВ разница составила 21,9 у КОС 600 АСВ 23,5 % разница соответственно. Такая же закономерность и при определении фотосинтетического потенциала. С увеличением густоты, этот показатель повышается у РИК 301 МВ с 1,96 млн м^{2}дн/га до 2,42; у Кавказ 412 СВ разница была 0,72; у КОС 600 АСВ 0,9 млн м^{2}дн/га. В то время чистая продуктивность фотосинтеза находилась в пределах 3,9–6,4 г/м^2 сутки, причем с тенденцией уменьшения загущенных посевов. Урожай зерна кукурузы на контрольном варианте опыта составил: среднеспелого гибрида РИК 301 МВ при густотах 50, 60 и 70 тыс. раст./га соответственно 48,4; 49,3; 48,5 ц/га; у среднепозднего гибрида Кавказ 412 СВ-51,6; 54,9; 57,1 ц/га и у позднеспелого гибрида КОС 600 АСВ-60,1; 58,9; 55,6 ц/га. Математическая обработка урожайных данных показала, что в контрольном варианте по гибриду РИК 301 МВ существенной разницы между показателями при различной густоте стояния растений не наблюдалось. По гибриду Кавказ 412 СВ при густоте 60 тыс. раст./га для растений создаются более благоприятные условия для роста и развития, о чем свидетельствуют урожайные данные. По гибриду КОС 600 АСВ не всегда отмечено существенное различие между густотой стояния растений 50 и 60 тыс. раст./га, несмотря на то, что абсолютные показатели урожая зерна в первом случае были несколько выше, чем во втором.

Ключевые слова: гибрид кукурузы, густота стояния растений, фотосинтез, продуктивность

THE EFFECT OF PLANTING DENSITY ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF PLANTS OF CORN HYBRIDS OF DIFFERENT RIPENESS GROUPS

Ivanova Z.A., Nagudova F.Kh.

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

In article was studied the photosynthetic activity of plants of different hybrids of maize with different density. The results indicate that increasing plant density leads to a significant increase in leaf area of crops and photosynthetic capacity. The hybrid 301 MB RICK the leaf area increased by 17,1 while increasing the density from 50 to 70 thousand/ha, the Caucasus 412 ST. the difference was 21,9 at KOS 600 DIA of 23,5 % difference, respectively. The same pattern and in determining photosynthetic capacity. With increasing density, this indicator increased from RICK 301 MB from 1,96 million м^{2}дн/ha to 2,42; from the Caucasus 412 SV difference was 0,72; from KOS 600 DIA 0,9 million м^{2}дн/ha. while net photosynthetic productivity ranged from 3,9 to 6,4 g/m^2 day, with a decreasing trend in thickened crops. The grain yield of maize on the control option of the experience has made: mid-season hybrid 301 MB RICK when gustato 50, 60 and 70 thousand plants/ha, respectively 48,4; 49,3; 48,5 kg/ha; medium late hybrid from the Caucasus 412 SV-51,6; 54,9; 57,1 kg/ha and in late-maturing hybrid KOS 600 ASV-60,1; 58,9; 55,6 kg/ha. The mathematical processing of the harvest data showed that in the control variant on the hybrid 301 MB RICK significant difference between the indicators at different plant density was not observed. On the hybrid the Caucasus 412 SV at the density of 60 thousand plants/ha for plants are created more favorable conditions for growth and development, as evidenced by the harvest data. The hybrid CBS 600 ASV is not always a marked difference between plant density of 50 and 60 thousand plants/ha, despite the fact that the absolute values of grain yield in the first case were slightly higher than in the second.

Keywords: corn hybrid, plant density, photosynthesis, productivity

С широким внедрением в последние годы в сельскохозяйственное производство новых высокопродуктивных гибридов кукурузы, значительно отличающихся между собой биологическими и морфологическими особенностями, установление роли густоты стояния растений приобретает все большее значение в связи с активизацией посева к усвоению ФАР.

Филев и др. отмечают, что густоту стояния растений необходимо ежегодно регулировать в зависимости от влажности почвы, в период прореживания: чем выше процент влажности почвы, тем больше можно выращивать растений на единице площади, и чем ниже, тем меньше должна быть установлена густота стояния растений.

В литературе часто встречаются данные, показывающие влияние плотности посева на продолжительность вегетационного периода [1].

Так, исследованиями ВНИИ кормов установлено, что правильный подбор густоты стояния растений способствует ускоренному прохождению стадий развития. При этом загущение посевов кукурузы с 70 тыс. до 100 тыс. и 170 тыс. растений на гектаре удлиняло период всходы – цветения метелок у среднераннего гибрида соответственно на 1 и 3 дня, а период всходов – образования початков – на 3 и 6 дней.

При густоте стояния 70 тыс./га до молочно-восковой спелости созревало 17% растений, а при густоте свыше 70 тыс. этой фазы растения не достигали. У Г.В. Веретенникова, Т.Р. Талорая, проводивших опыты с зерновой кукурузой на минимальном (N60P60K60), среднем (N90P90K90) и повышенном (N120P120K120) фонах удобрений, по каждому из которых были предусмотрены густоты 55–70–85 тыс. растений на 1 гектар, увеличение густоты стояния растений удлиняло продолжительность межфазных периодов и в целом вегетацию на 1–2 дня.

Оптимальной густотой стояния они считают для исследуемых гибридов 70 тыс./га при норме минерального питания N120P120K120 [3].

По данным М.В. Михайлевского, на посевах с густотой 200 тыс./га и больше растений молочно-восковая спелость наступает позднее на 2–6 дней, чем при густотах 60–100 тыс./га, а также уменьшается высота растений кукурузы. Кроме того, при уборке кукурузы на загущенных посевах (33–500 тыс./га) количество листьев на растениях и их масса значительно меньше, чем при 60–100 тыс./га. Далее он указывает, что увеличение густоты растений с 60 до 500 тыс./га приводит к уменьшению урожая початков на контроле на 14,9%, а на фонах с удобрениями – на 8,5–9,9%.

По данным П.Ф. Ключко и др., для скороспелых форм кукурузы густота посева должна быть, как правило, на 20–30% больше, чем для среднеспелых, а для позднеспелых – на 19–20% меньше. Они также указывают, что разные сорта и гибриды даже одной группы спелости неодинаково реагируют на изменение площади питания.

Д.Ю. Папазов, В.И. Казанкова наблюдали, что с увеличением густоты стояния кукурузы сильнее проявляется эффективность повышенных доз минеральных удобрений (N90P90K90). Так, при густоте растений 40 тыс./га урожай у них в зависимости от доз удобрений повысился на 4,2–9,9%, при 60 тыс./га – на 10,8–12,6% [2].

Наиболее важный процесс жизнедеятельности растений – фотосинтез. От того, как он протекает, в первую очередь зависят рост и развитие растений, их урожай. Изменяя площади питания растений, можно повышать фотосинтетический потенциал посевов, размеры использования фотосинтетически активной радиации. Главными показателями, определяющими продуктивность фотосинтеза растений, являются суммарная площадь листьев и интенсивность фотосинтетических процессов на единицу площади листьев. Оба они зависят от площади питания растений.

Эффективность использования растениями кукурузы солнечной радиации обусловлена тем, как мы достигаем оптимальных площадей листьев в посевах, чтобы их фотосинтетический аппарат мог развиваться и работать на полную мощность. Нужно подобрать такую густоту стояния растений, чтобы площадь листьев быстрее достигла оптимальной величины и как можно дольше удерживалась в активном состоянии.

Густота стояния растений является важным звеном, влияющим на площадь листовой поверхности как одного растения, так и посевов в целом.

Но при этом следует учитывать, что увеличение урожаев не прямо пропорционально увеличению площади листьев [4, 5].

Кукуруза обладает огромным, неисчерпаемым потенциалом урожайности зерна.

К сожалению, современные технологии возделывания не обеспечивают максимальную реализацию биологического потенциала кукурузы в районах ее размещения.

В настоящее время средняя урожайность зерна этой культуры значительно отстает от ее потенциальных возможностей. Поэтому очень важно с максимальной эффективностью использовать все факторы интенсификации ее возделывания, в том числе биологические возможности высокопродуктивных, устойчивых к болезням и вредителям гибридов; более совершенные по структуре и фотосинтетической активности посевы; рациональный пищевой режим почвы и другие элементы технологии, способствующие более полному поглощению кукурузой ФАР при формировании максимума сухого вещества.

В связи с этим перед нами была поставлена задача изучить влияние густоты посева на фотосинтетическую деятельность растений гибридов кукурузы разных групп спелости.

Мы изучали варианты густоты стояния 60 тыс., 70 тыс., 80 тыс. растений на гектар.

Многими исследователями установлено, что темпы прироста растений в высоту как в абсолютных, так и в относительных показателях существенно изменяются в зависимости от внешних условий и в значительной степени зависят от температурного режима и влагообеспеченности, Так, Третьяков (1990) отмечает, что прирост растений в высоту является хорошим показателем для контроля за посевами кукурузы. Чем лучше погодные условия, тем больше прирост растений, указывает автор.

Аналогичные заключения описаны и в работах В.М. Сусидко и В.С. Цикова (2008), отметивших одновременно некоторые общие закономерности в росте и развитии кукурузы. Так, по сообщению авторов, в первые 15 дней после появления всходов среднесуточный прирост растений кукурузы в высоту довольно интенсивен (1,2–2,4 см), в следующие одну-две недели заметно уменьшается до 0,2 см в сутки, так как пластический материал расходуется в основном на формирование узловых корней. В дальнейшем темпы роста растений опять постепенно повышаются и достигают максимума, как правило, за 7–10 дней до выбрасывания метелок.

Кроме перечисленных выше факторов, следует также указать на немаловажное влияние на величину абсолютного прироста растений удобрений и густоты стояния растений.

Полученные нами результаты показали, что у гибридов кукурузы ростовые процессы находились в определенной зависимости от условий возделывания.

Метеорологические условия, сложившиеся в конкретный год проведения исследований, естественно, не могли не повлиять на показатели роста гибридов кукурузы.

Высота растений и уровень прикрепления початка был отмечен в опытах в 2015 году – 220,0–245,0 см и в 2014 году – 232,0–270,0 см.

Сходная закономерность зависимости показателей роста от погодных условий конкретного года была обнаружена по всем вариантам опыта и у остальных изучаемых гибридов.

Среди гибридов наиболее высокорослыми оказались растения КОС 600 АСВ – 240,0–350,0 см, затем РИК 301 МВ – 230,0–320,0 см и, наконец, Кавказ 412 СВ – 216,0–275,0 см.

Таблица 1

Показатели роста растений гибридов кукурузы
в зависимости от условий минерального питанияи густоты

Варианты опыта	Густота посева, раст./га	Высота раст., см	Диаметр стебля, см	Уровень прикреп. початка, см	Длина мет., см
1	2	3	4	5	6
РИКЗ 01 МВ					
Контроль		254,9	2,7	82,4	35,5
N60P60K40		267,6	2,9	86,4	37,6
N90P60K40	50 тыс.	270,8	2,9	88,1	39,2
N90P90K40		275,1	2,9	89,2	39,7
N120P90K40		277,5	2,9	90,7	40,2
N120P120K40		277,6	2,9	90,9	40,4
Контроль		258,6	2,7	82,6	37,1
N60P60K40		267,5	2,8	84,9	38,0
N90P60K40	60 тыс.	271,5	2,8	88,0	39,5
N90P90K40		275,1	2,9	89,2	39,7
N120P90K40		278,4	2,9	91,2	40,7
N120P120K40		278,6	2,9	91,4	41,1
Контроль		274,2	2,6	89,9	39,2
N60P60K40		283,3	2,6	89,9	40,3
N90P60K40	70 тыс.	285,4	2,7	92,2	40,6
N90P90K40		289,7	2,7	93,1	41,1
N120P90K40		290,1	2,7	95,2	41,3
N120P120K40		290,9	2,7	95,5	41,6
КАВКАЗ 412 СВ					
Контроль	.	225,8	2,6	74,8	31,4
N60P60K40		239,3	2,6	79,1	32,9

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
N90P60K40	50 тыс.	243,2	2,7	79,6	34,2
N90P90K40		245,3	2,7	81,0	34,7
N120P90K40		250,1	2,8	82,7	35,5
N120P120K40		252,8	2,8	83,3	36,1
Контроль		232,0	2,6	76,0	32,2
N60P60K40		245,1	2,6	80,2	34,5
N90P60K40	60 тыс.	248,5	2,7	81,5	35,3
N90P90K40		253,9	2,7	82,2	35,8
N120P90K40		258,9	2,7	83,5	36,3
N120P120K40		261,4	2,7	84,2	37,1
Контроль		235,2	2,6	76,5	32,9
N60P60K40		242,7	2,6	81,5	35,1
N90P60K40	70 тыс.	258,9	2,6	83,8	35,7
N90P90K40		262,0	2,7	84,8	36,5
N120P90K40		267,4	2,7	88,3	38,2
N120P120K40		270,0	2,7	89,1	38,7
КОС 600 АСВ					
Контроль	.	269,2	3,0	84,8	38,3
N60P60K40		283,9	3,0	89,3	40,5
N90P60K40	50 тыс.	289,2	3,0	90,5	41,2
N90P90K40		292,3	3,1	91,2	41,3
N120P90K40		297,7	3,2	95,9	42,4
N120P120K40		301,1	3,2	96,2	42,6
Контроль		278,5	2,9	88,0	39,6
N60P60K40		292,8	3,0	92,7	42,2
N90P60K40	60 тыс.	296,2	3,0	93,1	42,5
N90P90K40		299,1	3,1	93,9	42,9
N120P90K40		308,7	3,1	95,7	44,0
N120P120K40		312,4	3,1	97,0	44,5
Контроль		287,6	2.8	85,3	41,3
N60P60K40		305,1	2,9	94,2	44,1
N90P60K40	70 тыс.	308,4	2,9	95,7	44,7
N90P90K40		314,4	3,0	96,9	44,9
N120P90K40		320,0	3,0	98,5	45,9
N120P120K40		323,4	3,1	99,7	46.6

Способность компенсировать изреженность увеличением листовой поверхности неодинаково развита у разных культур. В наименьшей степени такой способностью обладает, по-видимому, кукуруза. У нее суммарная площадь листьев почти прямо пропорциональна числу растений. Об этом свидетельствуют результаты наших исследований, где изучалась фотосинтетическая деятельность растений различных гибридов кукурузы при разной густоте. Они свидетельствуют о том, что повышение густоты стояния растений приводит к значительному увеличению площади листовой поверхности посевов и фотосинтетического потенциала.

У гибрида РИК 301 МВ площадь листовой поверхности увеличилась на 17,1 при увеличении густоты от 50 до 70 тыс./га, у Кавказ 412 СВ разница составила 21,9 у КОС 600 АСВ 23,5 % соответственно.

Такая же закономерность и при определении фотосинтетического потенциала. С увеличением густоты, этот показатель повышается у РИК 301 МВ с 1,96 млн м^{2}дн/га до 2,42; у Кавказ 412 СВ разница была 0,72; у КОС 600 АСВ 0,9 млн м^{2}дн/га. В то время чистая продуктивность фотосинтеза находилась в пределах 3,9–6,4 г/м^2 сутки, причем с тенденцией уменьшения загущенных посевов.

Таблица 2

Варианты опыта	S, лист. поверх. тыс. м²/га	Накопление сухого вещества	ЧПФ, г/ **m²**	ФП, млн м.дн/га
РИК 301 МВ				
50	36,3	125	6,4	1,96
60	40,0	126	5,8	2,18
70	43,8	128	5,4	2,42
Кавказ 412 СВ				
50	40,9	135	5,4	2,50
60	47,0	140	4,8	2,89
70	52,0	140	4,3	3,22
КОС 600 АСВ				
50	43,7	152	5,4	2,8
60	51,2	149	4,5	3,3
70	57,1	146	3,9	3,7

По нашему мнению, это объясняется тем, что увеличение числа и общей площади листьев за счет количества растений на 1 га приводит к снижению эффективности фотосинтетической деятельности единицы листовой поверхности, вызванное большой затененностью верхними листьями нижних. Особенно наглядно это подтверждается на примере повышения густоты посева с 50 тыс. растений на гектаре до 60 тыс., а тем более до 70 тыс./га у гибрида РИК 301 МВ, когда чистая продуктивность фотосинтеза снизилась с 6,4 до 5,4 г/м² в сутки. Сходные данные получены и по другим гибридам.

Результаты наших исследований показали, что изучаемые гибриды кукурузы: РИК 301 МВ, Кавказ 412 СВ, КОС 600 АСВ в зависимости от густоты размещения их на площади различались между собой по урожайности зерна.

Урожай зерна кукурузы на контрольном варианте опыта составил: среднеспелого гибрида РИК 301 МВ при густотах 50, 60 и 70 тыс. раст./га соответственно 48,4; 49,3; 48,5 ц/га; у среднепозднего гибрида Кавказ 412 СВ – 51,6; 54,9; 57,1 ц/га и у позднеспелого гибрида КОС 600 АСВ – 60,1; 58,9; 55,6 ц/га.

Математическая обработка урожайных данных показала, что в контрольном варианте по гибриду РИК 301 МВ существенной разницы между показателями при различной густоте стояния растений не наблюдалось.

По гибриду Кавказ 412 СВ при густоте 60 тыс. раст./га для растений создаются более благоприятные условия для роста и развития, о чем свидетельствуют урожайные данные.

По гибриду КОС 600 АСВ не всегда отмечено существенное различие между густотой стояния растений 50 и 60 тыс. раст./га, несмотря на то, что абсолютные показатели урожая зерна в первом случае были несколько выше, чем во втором.

Густота стояния растений вызвала существенные колебания не только в величине урожайности, но также отразилась на ее структуре.

Среди признаков, характеризующих уровень и качество зерна, важное значение придают массе зерна с початка и массе 1000 зерен.

Элементы структуры урожая: зерна гибридов кукурузы в связи с различными условиями возделывания изменялись в той же закономерности, как и урожай зерна.

Независимо от уровня минерального питания, наилучшие показатели элементов структуры урожая по всем гибридам были получены при густоте 50 тыс. раст./га, что объясняется увеличением площади питания каждого отдельно взятого растения.

В связи с этим очень важно с учетом биологических особенностей каждого гибрида найти разумное сочетание густоты посева и показателей структурных элементов, когда в конечном счете полнее могут быть реализованы продуктивные свойства каждого гибрида. Поэтому показатели структурных признаков гибридов РИК 301 МВ и Кавказ 412 СВ при густоте посева 60 тыс. раст./га несколько уступая аналогичным данным, полученным в варианте 50 тыс. раст./га, благодаря большему числу растений на гектаре дают возможность получить максимальный урожай зерна кукурузы.

По гибриду КОС 600 АСВ при густоте 50 тыс. раст./га достигается более целесообразное сочетание площади питания каждого растения со структурными признаками, что позволило выделить данную густоту стояния растений как оптимальную для него.

В более благоприятном во влагообеспеченности году улучшение режима минерального питания позволило повысить показатели структуры урожая у гибрида РИК 301 МВ (при густоте 60 тыс. раст./га): длины початка с 23,0 до 25,0 см, число зерен с початка с 305 до 337 шт., массы 1000 зерен с 281 до 328 г.

Выводы

Подводя итоги мы можем сделать вывод, что урожай кукурузы растет не всегда наравне с ростом площади листьев, а только при увеличении ее до определенных размеров, после чего рост урожая прекращается.

Вместе с тем понятие об оптимальной густоте стояния не является абсолютным и зависит от видовых и сортовых особенностей растений, в частности от типа фотосинтетической функции данного растения и его листьев.

Список литературы

1. Акулов А.А. Теоретические и практические возможности возделывания кукурузы на фуражное зерно // Кормопроизводство. – 2010. – № 2. – С. 3–5.

2. Алтунин Д.А. Влияние удобрений на урожай и качество зеленой массы кукурузы в степной зоне Западной Сибири / Д.А. Алтунин, Л.Н. Салмин, Л.Г. Шушарина // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 5. – С. 4–6.

3. Багринцева В.Н. Исследования по совершенствованию технологии возделывания кукурузы в Ставропольском крае // Кукуруза и сорго. – 2008. – № 1. – С. 16–20.

4. Волчатова И.В. Внесение окисленных каменных углей под кукурузу / И.В. Волчатова, С.А Медведева, М.В. Бутырин // Аграрная наука. – 2009. – № 5. – С. 17–18.

5. Гимбатов А.Ш. Продуктивность различных гибридов и сортов кукурузы в орошаемых условиях Дагестана / А.Ш. Гимбатов, Ш.М. Абдуразаков // Кукуруза и сорго. – 2004. № 6. – С. 10–11.