

УДК 633.15: 581.13:631.5

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ КУКУРУЗЫ

Сидельникова Н.А., Смирнова В.В.

ФГБОУ «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», п. Майский,  
Белгородская область, e-mail: 8861676@gmail.com

Целью наших исследований являлось изучение влияния различных условий выращивания на формирование ассимиляционной поверхности растений кукурузы в условиях Белгородской области. Различные условия в опыте достигались: проведением посева в два срока (27.04 и 22.05); с нормой высева (60–80 тыс. растений на гектаре посева среднераннего гибрида и 50–70 тыс. растений на гектаре посева среднеспелого гибрида); на фоне с внесением удобрений и без удобрений. Задачи: определение скорости образования листьев у гибридов кукурузы различной скороспелости в зависимости от сроков посева; определение биометрических показателей гибридов кукурузы различной скороспелости в зависимости от сроков посева и густоты растений; определение биометрических показателей гибридов кукурузы различной скороспелости в зависимости от сроков посева и удобрений; изучение влияния погодных условий на формирование высоты растений, площади листьев на одном растении и на гектаре посева, фотосинтетического потенциала. Результаты наших исследований показали, что к завершению листообразования высота стебля среднеспелого гибрида ДКС 4178 была значительно больше, чем у среднераннего гибрида Дельфин. В среднем за 2017–2018 гг. растения среднераннего гибрида формировали очередной лист при оптимальном сроке посева за 3,3 и вторым – за 2,2 дня. Площадь листьев на одном растении у среднераннего и среднеспелого гибридов составляла 0,39–0,63 м<sup>2</sup>. Максимальной величины она достигает в фазу цветения. Внесение удобрений способствовало увеличению площади листьев одного растения на 37,0–39,1% у гибрида Дельфин и на 22,1–23,7% – у гибрида ДКС 4178. Аналогичная закономерность сохранялась и на гектаре посева.

**Ключевые слова:** кукуруза, высота растений, ассимиляционная поверхность, фотосинтетический потенциал

## FORMATION OF BIOMETRIC INDICATORS OF MAIZE HYBRIDS IN DIFFERENT GROWING CONDITIONS

Sidelnikova N.A., Smirnova V.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Maiskiy, Belgorod region, e-mail: 8861676@gmail.com

The purpose of our research was to study the influence of various growing conditions on the formation of an assimilatory surface of corn plants in conditions of the Belgorod region. Various conditions in experience were achieved: by sowing in two terms (27.04 and 22.05); with a seeding rate (60-80 thousand plants per hectare of sowing of the middle-early hybrid and 50-70 thousand plants per hectare of sowing of the mid-season hybrid); with fertilizers and without them. Tasks – determining the rate of leaves formation in corn hybrids of various precocity depending on sowing time; – definition of biometric indicators of corn hybrids of various precocity depending on sowing time and plant density; – definition of biometric indicators of corn hybrids of various precocity depending on sowing time and fertilizers; – studying influence of weather conditions on formation of plant height, leaf area on one plant and per hectare of sowing, photosynthetic potential. Results of our researches showed that by the completion of leaf formation the height of the stem of the mid-season hybrid DKS 4178 was significantly greater than that of the medium-early hybrid Dolphin. On average for 2017-2018 the plants of the middle-early hybrid formed another leaf with an optimal sowing time of 3.3 and the second for 2.2 days. The leaf area on a single plant in the mid-early and mid-season hybrids was 0.39–0.63 m<sup>2</sup>. Its maximum value reaches the flowering phase. Fertilization contributed to an increase in the leaf area of a single plant by 37.0 – 39.1% in the Dolphin hybrid and by 22.1-23.7% in the DKS 4178 hybrid. A similar pattern was maintained on a hectare of planting.

**Keywords:** corn, plant height, assimilation surface, photosynthetic potential

Современные инновационные технологии способствуют дальнейшему повышению продуктивности растений кукурузы. Правильное их использование способствует уменьшению напряженности полевых работ, увеличению экономии трудовых ресурсов, повышению производительности труда, а также получению стабильных высококачественных урожаев зерна.

Производство зерна кукурузы, осуществляемое по инновационным технологиям, обеспечивает получение стабильно высоких урожаев зерна кукурузы высокого качества.

Посевные площади кукурузы на зерно в Российской Федерации в 2018 г. составили 2494,4 тыс. га, что на 532,35 тыс. га меньше, чем в предыдущем 2017 г. Урожайность зерна кукурузы Российской Федерации в 2017 г. достигла 49,0 ц/га, такой же уровень урожайности наблюдается и в Белгородской области. Доля кукурузы на зерно в Белгородской области достигает 21,4%, что соответствует второму месту среди субъектов Российской Федерации, уступая Владимирской области (38,4%). В Центральном федеральном округе доля кукурузы

зы на зерно составила 14,0%, в Российской Федерации этот показатель составил 9,8%.

Кукуруза является высокоурожайной культурой, использование которой весьма разнообразно. Зерно кукурузы широко применяется для кормления основных видов сельскохозяйственных животных и птицы [1]. Кукуруза является также ценным кормовым растением. Растения кукурузы очень хорошо силосуются. Силос из кукурузы является хорошим зеленым кормом, который насыщен легкоусвояемыми углеводами.

Примерно 20,0–25,0% зерна кукурузы в мировом сельском хозяйстве используется на продовольственные цели, 55,0–65,0% – на кормовые цели, 15,0–20,0% на технические нужды. По посевным площадям кукуруза занимает 2 место в мире, уступая только пшенице. По урожайности же она превосходит пшеницу, и поэтому валовой сбор зерна кукурузы в отдельные годы либо превышает, либо находится на уровне валового сбора зерна пшеницы. По количеству производимого зерна она занимает третье, после пшеницы и риса, место в мире [2, 3].

Площадь ассимиляционной поверхности и продолжительность ее работы определяется уровнем агротехники. Затенение растений кукурузы, повреждение молодых листьев, засуха (при поздних сроках посева) и др. отрицательно влияют на формирование общей ассимиляционной поверхности, которая имеет важное практическое значение, так как с ней связана урожайность. Изучением особенностей фотосинтеза занимались многие ученые. Известно, что скорость формирования листьев растений кукурузы, общая площадь поверхности листьев, а также ее фотосинтетическая деятельность существенно влияли на продуктивность растений урожайность зерна и биомассы кукурузы. Основная доля сухой массы растения (до 95,0%) образуется из различных органических веществ, первоначально накапливающихся в листьях кукурузы.

Целью наших исследований являлось изучение влияния различных условий выращивания на формирование ассимиляционной поверхности растений кукурузы в условиях Белгородской области. Различные условия в опыте достигались: возделыванием гибридов различных групп спелости; проведением посева в два срока (27.04 и 22.05); с нормой высева (60–80 тыс. растений на гектаре посева среднераннего гибрида и 50–70 тыс. растений на гектаре посева среднеспелого гибрида); на фоне с внесением удобрений и без удобрений.

Для осуществления данной цели были определены следующие задачи – определение скорости образования листьев у гибридов кукурузы различного срока созревания в зависимости от сроков посева; определение биометрических показателей гибридов кукурузы различной скороспелости в зависимости от сроков посева и густоты растений; определение биометрических показателей гибридов кукурузы различного срока созревания в зависимости от сроков посева и удобрений; изучение влияния погодных условий на формирование высоты растений, площади листьев на одном растении и на гектаре посева, фотосинтетического потенциала.

### Материалы и методы исследования

Для проведения наших исследований мы использовали полевой опыт и фенологические наблюдения за вегетирующими растениями. В фазы формирования очередных листьев: 3–4, 5–6, 7–8, 11–12, 15–16 на контрольных растениях измеряли высоту растений и площадь листьев. Площадь листьев определяли путем измерения мерной линейкой длины и ширины листа, умножая на коэффициент 0,75.

### Результаты исследования и их обсуждение

При образовании надземных органов растений кукурузы наблюдается два цикла: первый цикл заключается в образовании вегетативных органов растения, а второй – в образовании репродуктивных органов. Высота стебля кукурузы может достигать от 0,6 до 6 м, имеет отличную облиственность, очень хорошо ветвится с образованием множества побегов-пасынков.

Особое влияние на особенности роста и развития растений кукурузы, который указывает на особенности роста и развития данной культуры, в зависимости от конкретных условий окружающей среды.

В определенной степени (по количеству междоузлий) высота растений является также и генетическим признаком [4]. Результаты наших исследований, в которых изучалось влияние различных факторов на высоту растений кукурузы, показали, что к завершению листообразования высота стебля среднеспелого гибрида ДКС 4178 была значительно больше, чем у среднераннего гибрида Дельфин. В начальный период жизни, до образования 12 листьев, различия в высоте стебля у различных по спелости гибридов были незначительными. Но в фазу

образования 15–16 листьев высота растения у среднеспелого гибрида ДКС 4178 была на 7 см, а в фазу цветения метелки – на 49 см больше, чем у среднераннего гибрида Дельфин. У среднеспелого гибрида в среднем за годы исследований высота растений составила 244 см, у среднераннего – 190 см [5].

Наряду с биологическими особенностями гибридов и условиями погоды на высоту растения большое влияние оказывали сроки посева. При запаздывании со сроком посева на 20 дней позднее оптимального срока для данной культуры, наблюдалось снижение такого показателя, как высота стебля. У гибрида среднераннего срока посева высота стебля уменьшилась на 30–33 см, а у гибрида среднеспелого срока посева – на 30–36 см. В меньшей степени сказались на этом показателе густота растений и минеральные удобрения. В среднем за годы исследований при загущении посева до 80 тысяч растений на га высота стебля у среднераннего гибрида уменьшалась на 14 см на неудобренном фоне и на 11 см – на фоне  $N_{120}P_{80}K_{60}$ . У среднеспелого гибрида эта разница составляла соответственно 10 и 17 см.

Содержание питательных веществ в листьях кукурузы намного больше, чем в стебле. При использовании ее на силос и зеленый корм желательна более высокая облиственность растений [6]. Появление первых трех листьев происходит интенсивно. Листья появляются быстро друг за другом через один-два дня. Появление следующих листьев с четвертого по восьмой происходит несколько медленнее, интервал их появления составляет от 3 до 5 дней. Такая разница в появлении листьев обусловлена тем, что к моменту появления четвертого листа запас питательных веществ семени заканчивается. Растение кукурузы на данном этапе перестраивается на автотрофное питание. Этому способствует и малая пло-

щадь ассимиляционной поверхности, а также неполное развитие корневой системы кукурузы. Тем не менее листья кукурузы на этом этапе образуются достаточно крупные. Появление последующих листьев кукурузы наблюдается несколько быстрее, с интервалом в один-два дня. Корневая система растения на данном этапе достаточно развита, а поверхность листьев на растении уже значительная. После этого образование следующих листьев происходит медленнее, так появляются листья с десятого по двенадцатый и с шестнадцатого по восемнадцатый. Основанием для этого служит усиленный рост листьев, потребление ими большого количества питательных веществ, в результате чего происходит ухудшение снабжения новых формируемых растением листьев питательными веществами.

На формирование такого размера листьев расходуется значительное количество пластического материала. При одновременном стремительном росте и развитии большого количества листьев большого размера создается напряженность между пищевым и водным балансом растения. На образование корней, их рост и развитие расходуется также большое количество пластических веществ.

Количество формируемых растением листьев зависит от срока спелости сорта или гибрида. Основным сортовым признаком, достаточно стабильным, не зависящим от агротехники возделывания, является число листьев на главном побеге [7].

При запаздывании со сроком посева на 20 дней, количество образуемых растением листьев уменьшалось (табл. 1). Также в зависимости от срока посева существенно изменялась скорость формирования листьев растением кукурузы. В среднем за 2017–2018 гг. растения среднераннего гибрида формировали очередной лист при оптимальном сроке посева за 3,0 и вторым – за 2,0 дня.

**Таблица 1**

Скорость образования листьев у гибридов кукурузы различной скороспелости в зависимости от сроков посева (2017–2018 гг.)

Дата посева	Количество листьев на 1 растение	Сумма за период листообразования		На образование одного листа	
		Эффективных температур, °С	Дней	Эффективных температур, °С	Дней
Дельфин					
27.04	16,9	445	51	26,3	3,0
22.05	16,5	450	36	27,3	2,0
ДКС 4178					
27.04	19,0	642	63	33,8	3,0
22.05	18,3	644	49	35,2	2,0

Данный процесс заканчивался у средне-спелого гибрида за 3,0 и 2,0 дней соответственно. При этом процесс образования листьев сокращался при более позднем сроке посева у гибрида Дельфин на 15 дней, у гибрида ДКС 4178 – на 14 дней. Необходимо заметить, что у гибридов Дельфин и ДКС 4178 формирование листьев при оптимальном и позднем сроках посева завершалось при близкой сумме эффективных температур. При этом у среднеспелого гибрида ДКС 4178 она была больше, чем у среднераннего гибрида Дельфин соответственно на 197 и 194 °С.

Изучение влияния густоты растений и минеральных удобрений на количество образующихся листьев показало, что эти факторы практически не оказывали влияния на этот показатель. Максимальной величины она достигала в фазу цветения и на некоторое время стабилизировалась. Этот период характеризуется наибольшей суммарной интенсивностью фотосинтеза и максимальным накоплением сухого вещества в единицу времени. Затем пло-

щадь листьев начинала быстро уменьшаться за счет отмирания листьев нижних ярусов. На этот процесс сильно влияет срок посева. При опоздании с посевом сокращалась площадь листьев на растениях и, как следствие этого, происходило снижение урожайности. Число образованных растениями листьев, а также скорость их формирования существенно сказались на величине формируемой растениями площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала (ФП) (табл. 2).

Площадь листьев на одном растении у среднераннего и среднеспелого гибридов составляла 0,39–0,63 м<sup>2</sup>. С увеличением густоты посева площадь листьев одного растения уменьшалась независимо от скороспелости гибридов, однако на гектаре посева, напротив, возрастала на 24,6–28,8%. Внесение удобрений способствовало увеличению площади листьев одного растения на 37,0–39,1% у гибрида Дельфин и на 22,1–23,7% – у гибрида ДКС 4178. Аналогичная закономерность сохранялась и на гектаре посева (табл. 3).

**Таблица 2**

Биометрические показатели гибридов кукурузы различной скороспелости в зависимости от сроков посева и густоты растений (2017–2018 гг.)

Дата посева	Растений на 1 га, тыс.	Высота стебля, см	Площадь листьев, м <sup>2</sup> тыс. /га	Площадь листьев, м <sup>2</sup> на 1 растение	ФП посева м <sup>2</sup> тыс./га дней
Дельфин					
27.04	60	209	26,7	0,47	1,5
	80	203	34,3	0,45	1,9
22.05	60	179	23,0	0,42	1,1
	80	170	29,3	0,39	1,5
ДКС 4178					
27.04	50	263	29,4	0,63	1,8
	70	257	26,0	0,60	2,5
22.05	50	233	26,0	0,57	1,5
	70	221	35,3	0,55	2,1

**Таблица 3**

Биометрические показатели гибридов кукурузы различной скороспелости в зависимости от сроков посева и удобрений (2017–2018 гг.)

Дата посева	Фон	Высота стебля, см	Площадь листьев		ФП посева, тыс. м <sup>2</sup> /га дней
			м <sup>2</sup> на 1 растение	тыс. м <sup>2</sup> / га	
Дельфин					
27.04	Неудобренный N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>60</sub>	193	0,46	26,4	1,4
		213	0,63	36,6	1,9
22.05	Неудобренный N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>60</sub>	160	0,41	22,5	1,1
		175	0,50	27,5	1,5
ДКС 4178					
27.04	Неудобренный N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>60</sub>	242	0,60	28,5	1,7
		258	0,73	34,8	2,1
22.05	Неудобренный N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>60</sub>	207	0,54	24,1	1,5
		215	0,61	27,5	1,6

При обеспечении густоты в 60 тыс. растений на 1 га на удобренном и 80 тыс. растений на 1 га на неудобренном фонах наблюдались оптимальные параметры площади листьев растений кукурузы, которые составляли от 30 до 35 тыс. м<sup>2</sup>/га. При этом у гибрида средней спелости оптимальная площадь поверхности листьев была обеспечена при густоте стояния растений 50 тыс/га и не зависела от фона удобренности.

От величины площади листьев на гектаре посева и продолжительности их жизни зависел ФП посева (табл. 2). У среднеспелого гибрида при всех сроках посева и интервалах густот он был на 0,3–0,6 млн м<sup>2</sup>/га дней больше, чем у среднераннего гибрида. Запаздывание с посевом уменьшало величину ФП посева обоих гибридов на 0,3–0,4 млн м<sup>2</sup>/га дней.

Внесение минеральных удобрений положительно влияло на формирование ФП посева. Оптимальная величина ФП посева (2 млн м<sup>2</sup>/га дней на 100 дней вегетации) обеспечивалась при оптимальной густоте растений каждого гибрида (50 и 60 тыс/га) на удобренном фоне и загущенных вариантах (70 и 80 тыс/га) – на фоне без удобрений.

#### Заключение

Основные закономерности образования вегетативных и репродуктивных органов растений кукурузы и их параметры оказывают существенное влияние на формирование высококачественных урожаев зерна кукурузы, а также зеленой массы.

К завершению листообразования высота стебля среднеспелого гибрида ДКС 4178 была значительно больше, чем у среднераннего гибрида Дельфин. У среднеспелого гибрида в среднем за годы исследований высота растений составила 244 см, у среднераннего – 190 см.

Наряду с биологическими особенностями гибридов и условиями погоды на высоту растения большое влияние оказывали сроки посева. При запаздывании со сроком посева на 20 дней позднее оптимального срока для данной культуры наблюдалось снижение такого показателя, как высота стебля. У гибрида среднераннего срока посева высота стебля уменьшилась на 30–33 см, а у гибрида среднеспелого срока посева – на 30–36 см. При запаздывании со сроком посева на 20 дней, количество образуемых растением листьев уменьшалось. Процесс образования листьев сокращался при более позднем сроке посева у гибрида Дельфин на 15 дней, у гибрида ДКС 4178 – на 14 дней.

Площадь листьев на одном растении у среднераннего и среднеспелого гибридов

составляла 0,39–0,63 м<sup>2</sup>. Внесение удобрений способствовало увеличению площади листьев одного растения на 37,0–39,1 % у гибрида Дельфин и на 22,1–23,7 % – у гибрида ДКС 4178. От величины площади листьев на гектаре посева и продолжительности их жизни зависел ФП посева, который у среднеспелого гибрида при всех сроках посева и интервалах густот он был на 0,3–0,6 млн м<sup>2</sup>/га дней больше, чем у среднераннего гибрида. Запаздывание с посевом уменьшало величину ФП посева обоих гибридов на 0,3–0,4 млн м<sup>2</sup>/га дней.

#### Список литературы / References

1. Никитин В.В., Соловichenko В.Д., Карабутов А.П., Мельников В.И. Влияние некоторых элементов системы земледелия на продуктивность и качество силосной кукурузы // Белгородский агромир. 2015. № 4 (92). С. 25–27.
2. Nikitin V.V., Solovichenko V.D., Karabutov V.P., Melnikov V.I. Influence of some elements of agriculture on the productivity and quality of silage corn // Belgorod Agromir. 2015. № 4 (92). P. 25–27 (in Russian).
3. Сильванчук Е.Л., Крюков А.Н., Наумкина Л.А., Хлопьяников А.М. Возделывание кукурузы на зерно в новых технологиях растениеводства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 56–61.
4. Silvanchuk E.L., Kryukov A.N., Naumkina L.A., Khlopyanikov A.M. Coming of Corn on Grain In New Technologies Crop Production // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2018. № 3. P. 56–61 (in Russian).
5. Хармс К.Г. Борьба с дефицитом // Новое сельское хозяйство. 2014. № 2. С. 62–65.
6. Kharms K.G. Deal with the deficit. // New agriculture. 2014. № 2. P. 62–65 (in Russian).
7. Сидельникова Н.А., Луцык И.В. Продуктивность растений кукурузы в зависимости от удобрений к инокуляции семян диазотрофами // Проблемы с.-х. производства на современном этапе и пути их решения: материалы VI Международной научно-производственной конференции (26–28 марта 2002 г.). Белгород: Изд. БелГСХА, 2002. Ч. 1. С. 41.
8. Sidelnikova N.A., Lutsyk V.I. Plant productivity of maize depending on fertilizer to seed inoculation with diazotrophic // Problems of agricultural production at the present stage and ways to solve them: proceedings of the VI international scientific and production conference on (26–28 March 2002). Belgorod: Izd.BelGSXA, 2002. Part 1. P. 41 (in Russian).
9. Турьянский А.В., Асыка Н.Р., Смуров С.И., Григоров О.В. Влияние погодных условий на урожайность зерновых культур // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: материалы XXII Международной научно-производственной конференции (28–29 мая 2018 г.): в 22 т. Белгород: Изд. ФГБОУ ВО БелГАУ, 2018. Т. 1. С. 9–12.
10. Turyansky A.V., Asyka N.R., Smurov S.I., Grigorov O.V. Influence of weather conditions on productivity of grain crops // Organic agriculture: problems and prospects: materials XXII of the international research and production conference (28–29 May, 2018): in 22 t. Belgorod: Izd. FGBOU VO BelGAU, 2018. V. 1. P. 9–12 (in Russian).
11. Цыкалов И.А., Ковтун Н.В. Влияние густоты растений на урожайность простых гибридов кукурузы // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: материалы XXII международной научно-производственной конференции (28–29 мая 2018 г.): в 22 т. Белгород: Изд. ФГБОУ ВО БелГАУ, 2018. С. 131.
12. Tsykalov I.A., Kovtun N.V. Influence of density of plants on productivity of simple hybrids of corn // Organic agriculture: problems and prospects: materials XXII of the international research and production conference (28–29 May, 2018): in 22 t. Belgorod: Izd. FGBOU VO BelGAU, 2018. V. 1. P. 131 (in Russian).
13. Кашукоев М.В. Влияние различных систем удобрений на урожайность зерна и зеленой массы гибридов кукурузы // Аграрная Россия. 2015. № 2. С. 16–18.
14. Kashukoyev M.V. Influence of various systems of fertilizers on productivity of grain and green material of hybrids of corn // Agrarian Russia. 2015. № 2. P. 16–18 (in Russian).