

Оптимизация площади питания растений гибрида кукурузы Машук 172

И. А. Шмалько, В. Н. Багринцева

Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы
357528, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14б

Аннотация. В 2019–2021 гг. в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края получены данные по влиянию площади питания растений на продолжительность вегетационного периода, высоту, урожайность зеленой массы и зерна раннеспелого гибрида кукурузы Машук 172. Установлено, что изменение площади питания растений с 0,143 до 0,125 м² при увеличении их густоты с 70 до 80 тыс. шт./га не влияет на продолжительность вегетации кукурузы. Не происходило изменение высоты растений от уменьшения площади питания, в среднем за три года она составила 203 см. Получена прибавка урожая зеленой массы (в среднем 0,62 т/га, или 1,8 %) при увеличении количества растений на 1 гектаре с 70 до 80 тыс. Урожай зеленой массы при площади питания растений 0,143 м² и густоте 70 тыс. шт./га составил 35,20 т/га, при площади 0,125 м² и густоте 80 тыс. шт./га – 35,82 т/га. Урожай зерна в среднем за 2019–2021 гг. существенно не различался и составил соответственно густоте 5,40 и 5,38 т/га. Отмечено влияние площади питания на урожайность в зависимости от погодных условий во время вегетации. В 2020 г. наблюдали значительное снижение урожайности зерна на 0,31 т/га (7,2 %) при уменьшении площади питания с 0,143 до 0,125 м² при недостатке осадков в критический период развития растений в июне-июле. Наибольшие значения показателей структуры урожая (длина и масса початка, число зерен и их масса) по годам исследований и в среднем зафиксированы при большей площади питания растений 0,143 м² и густоте к уборке 70 тыс. шт./га. Закономерностей изменения влажности зерна при уборке из-за плотности посева не выявлено.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, площадь питания, густота, урожайность

Поступила 03.02.2023, одобрена после рецензирования 10.02.2023, принята к публикации 14.02.2023

Для цитирования. Шмалько И. А., Багринцева В. Н. Оптимизация площади питания растений гибрида кукурузы Машук 172 // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 1(111). С. 28–37. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-1-111-28-37

Original article

Optimization of the plants nutrition area of the corn hybrid Mashuk 172

I.A. Shmalko, V.N. Bagrintseva

All-Russian Research Institute of Maize
357528, Russia, Pyatigorsk, 14b Ermolov street

Abstract. In 2019–2021 in the zone of sufficient moistening in the Stavropol region, data were obtained on the effect of plant nutrition area on the duration of the growing season, height, yield of green mass and grain of the early ripening corn hybrid Mashuk 172. It was found that the change in plant nutrition area from 0.143 to 0.125 m² with an increase in their density from 70 to 80 thousand pieces/ha doesn't affect the duration of the growing season of corn. There was no change in plant height due to a decrease in the feeding area, on average over three years it amounted to 203 cm. An increase in the yield of green mass

was obtained (an average of 0.62 t/ha or 1.8 %) with an increase in plants amount per 1 hectare from 70 to 80 thousand. The yield of green mass when growing plants on an area of 0.143 m² with a density of 70 thousand pieces/ha was 35.20 t/ha, on an area of 0.125 m² with a density of 80 thousand pieces/ha was 35.82 t/ha. Grain harvest on average for 2019-2021 did not differ significantly and amounted to 5.40 and 5.38 t/ha, respectively, however, over the years, the influence of the feeding area on the yield was noted depending on weather conditions during the growing season. In 2020, a significant decrease in grain yield by 0.31 t/ha (7.2 %) with a decrease in the feeding area from 0.143 to 0.125 m² was noted due to lack of precipitation during the critical period of plant development in June-July. The highest values of yield structure indicators (cob length and weight, number of grains and their weight) by years of research and on average were obtained with a larger plant nutrition area of 0.143 m² and a harvesting density of 70 thousand pieces/ha. Regularities of changes in grain moisture during harvesting from the density of sowing were not revealed.

Keywords: corn, hybrid, feeding area, density, yield

Submitted 03.02.2023,

approved after reviewing 10.02.2023,

accepted for publication 14.02.2023

For citation. Shmalko I.A. Bagrintseva V.N. Optimization of the plants nutrition area of the corn hybrid Mashuk 172. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 1(111). Pp. 28–37. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-1-111-28-37

ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза имеет ряд биологических особенностей, определяющих необходимость тщательного подхода к определению плотности посева и норм высева. Высокий урожай зеленой массы и зерна достигается правильным сочетанием оптимальной площади питания одного растения и соответствующего их числа на одном гектаре.

Благодаря густоте стояния растений регулируется тепловой, световой, водный и пищевой режимы [1, 2]. При слишком тесном размещении ухудшается освещенность растений, уменьшается площадь, с которой они получают воду и элементы минерального питания. В загущенных посевах затягивается наступление фенологических фаз кукурузы, подавляются процессы формирования листовой поверхности. С увеличением густоты стояния растений площадь листьев одного растения уменьшается, с гектара – увеличивается [3, 4].

При завышенной плотности стеблестоя выше оптимума увеличивается доля бесплодных початков, уменьшаются длина, масса початка и зерна с початка, масса 1000 зерен, то есть индивидуальная продуктивность одного растения. При избыточной загущенности снижение индивидуальной продуктивности достигает такого уровня, что количество растений не обеспечивает повышение урожайности кукурузы [5, 6].

Густота стояния растений кукурузы влияет на уборочную влажность зерна [7], в регионах с недостатком тепла в загущенном посеве ухудшается влагоотдача.

Оптимум площади питания растений кукурузы зависит от многих факторов. В первую очередь влияют генетические особенности гибрида, принадлежность к группе спелости. Обычно густота стояния растений наибольшая у раннеспелых гибридов кукурузы, и с увеличением ФАО она уменьшается. Соответственно, площадь питания одного растения увеличивается от раннеспелой группы спелости к позднеспелой. Индивидуальные требования к площади питания могут быть разными у гибридов одной группы спелости вследствие разной площади листовой поверхности, угла, под которым расположены листья, способности усваивать питательные вещества из почвы. Один и тот же гибрид кукурузы в разных почвенно-климатических зонах проявляет разную потребность в площади питания [8, 9, 10].

Природно-климатическая зона возделывания также оказывает влияние на размеры необходимой кукурузному растению площади питания. В условиях достаточного увлажнения на одном гектаре без ущерба для урожая может произрастать большее число растений, а в засушливой зоне, в условиях недостатка почвенной влаги, возникает необходимость уменьшения плотности посева и густоты стояния. Также орошение позволяет увеличивать площадь питания растений кукурузы [11].

Оптимум площади питания изменяется по годам в зависимости от погодных условий и группы спелости гибридов кукурузы. Исследования показывают, что в годы с достаточным количеством осадков за вегетацию, в основном за критический период во время выметывания метелки и цветения метелки и початка, наилучшей оказывается большая густота стояния растений, тогда как в засушливые годы самый высокий урожай зерна кукурузы обеспечивает меньшее число растений на единице площади [12].

Таким образом, несмотря на то, что оптимум необходимой растениям кукурузы площади питания определяется влиянием непредсказуемых погодных факторов, необходим поиск средней для ряда лет густоты посева, позволяющей регулировать водный и пищевой режимы и получать максимальный урожай зеленой массы и зерна.

В зоне достаточного увлажнения Ставропольского края наиболее продуктивными по урожайности зеленой массы и зерна считают среднеспелые и позднеспелые гибриды кукурузы. Однако эта почвенно-климатическая зона подходит и для раннеспелых гибридов, которые можно выращивать для получения зеленой массы с высокой долей початков восковой спелости на корм в зеленом конвейере и на зерно при использовании кукурузы в качестве предшественника озимой пшеницы [13].

Цель исследований – уточнить оптимальную площадь питания растений нового раннеспелого гибрида кукурузы Машук 172 в условиях зоны достаточного увлажнения Ставропольского края.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперименты проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы, расположенном в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края.

Материал для исследования – раннеспелый простой гибрид кукурузы Машук 172, созданный селекционерами Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы. Гибрид включен в Государственный реестр селекционных достижений с 2019 г. по шести регионам Российской Федерации, в том числе по Северо-Кавказскому. Гибрид предназначен для выращивания на зеленую массу (силос) и зерно. Растения характеризуются хорошим начальным ростом [14].

Предшественник – озимая пшеница. После уборки пшеницы летом проведено двукратное дисковое лущение, осенью – вспашка, весной – две предпосевные культивации. Во все годы исследований под первую весеннюю культивацию вносили аммиачную селитру в дозе N30. Сеяли кукурузу в оптимальные сроки при прогревании почвы на глубину заделки семян до 10...12 °С. Посев проводили в 2019 г. 22 апреля, в 2020 г. – 27 апреля, в 2021 г. – 29 апреля. Осуществляли посев вручную ручными сажалками. В ряду высевали заданное количество семян со страховой надбавкой 20 %. После появления полных всходов проводили прорывку и удаляли лишние растения, оставляя на делянках необходимое количество. На делянках формировали густоту стояния растений 70 и 80 тыс. шт./га.

Повторение вариантов в опыте четырехкратное. Общая площадь делянки – 39,2 м², учетная – 9,8 м².

Влияние сорной растительности на урожайность гибрида исключали применением гербицида кросс-спектра Аденго с почвенным действием нормой внесения 0,5 л/га. Междурядную культивацию растений кукурузы проводили в фазе 8 листьев.

Фенологические наблюдения за растениями проводили на протяжении всего периода вегетации кукурузы. Наступление фазы выметывания метелки, цветения метелки и початка, полной спелости отмечали, когда 50 % растений вступали в фазу развития. Урожайность зеленой массы определяли в четырех повторностях по массе 10 типичных для варианта

растений, достигших фазы молочно-восковой спелости. Уборку початков в фазе полной спелости зерна также осуществляли вручную: в 2019 г. 17 сентября; в 2020 г. – 22 сентября; в 2021 г. – 27 сентября. Початки кукурузы обмолачивали на молотилке и определяли влажность зерна. Урожайность зерна пересчитывали на кондиционную 14-процентную влажность.

Статистическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа [15].

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный малогумусный мощный тяжелосуглинистый. Содержание азота, фосфора и калия в слое почвы 0...20 см определяли, когда кукуруза находилась в фазе пять листьев. В 2019 г. содержание нитратного азота (ГОСТ 26951-86) составило 27,9 мг/кг, подвижного фосфора (ГОСТ 26205-91 п.п. 4.2, 4.3) – 13,0 мг/кг, обменного калия (ГОСТ 26205-91 п.п. 4.2, 4.3) – 270 мг/кг; в 2020 г. соответственно 24,6; 11,0; 272 мг/кг; в 2021 г. – 27,9; 10,0; 217 мг/кг.

Метеоусловия в годы исследований были разнообразными. В 2019 г. за вегетационный период (май-сентябрь) выпало 302,1 мм, что меньше нормы на 41,5 мм. Этот год характеризовался недостатком осадков в мае (28,8 мм), июне (16,1 мм) и августе (42,7 мм). Температурный режим периода вегетации в 2019 г. с мая по сентябрь был выше среднего многолетнего значения, среднесуточная температура за этот период была выше нормы на 1,8 °С (табл. 1).

Таблица 1. Погодные условия за период вегетации кукурузы, 2019–2021 гг.

Table 1. Weather conditions for the growing season of corn, 2019-2021

Показатель	Год	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Май–сентябрь
Количество осадков, мм	многолетнее	79,4	87,1	70,4	58,7	48,0	343,6
	2019 г.	50,6	71,0	114,0	16,0	50,2	302,1
	2020 г.	138,7	45,0	18,0	65,1	5,5	272,3
	2021 г.	94,3	63,9	73,5	78,1	82,5	382,3
Температура воздуха, °С	многолетнее	14,6	18,2	20,8	20,4	15,5	17,9
	2019 г.	17,0	21,9	21,8	21,9	15,8	19,7
	2020 г.	15,2	21,7	24,0	21,9	18,3	20,2
	2021 г.	17,4	20,9	23,8	24,3	15,2	16,9
ГТК	многолетнее	1,75	1,60	1,09	0,93	1,03	1,37
	2019 г.	0,96	1,08	1,69	0,23	1,06	1,00
	2020 г.	2,94	0,69	0,24	0,96	0,10	0,88
	2021 г.	1,75	1,02	1,00	1,04	1,59	1,46

Вегетационный сезон 2020 г. характеризовался обилием осадков в мае, их выпало в 1,7 раза больше нормы. В то же время недостаток осадков отмечен в июне (42,1 мм) и июле (52,4 мм). Период вегетации кукурузы сопровождался повышенным температурным режимом, средняя температура воздуха была выше нормы на 2,3 °С. Особенно жарким был июль, когда происходило выметывание метелки и цветение растений. О засушливых погодных условиях свидетельствует гидротермический коэффициент (ГТК), который за весь период вегетации был меньше 1. Судя по величине собранного урожая зерна, 2020 г. был для кукурузы наиболее неблагоприятным (засушливым).

В 2021 г. за вегетацию кукурузы осадков выпало на 38,7 мм больше среднего многолетнего количества. Больше нормы осадков было в мае (на 14,9 мм), июле (на 3,1 мм), августе (на 19,4 мм), сентябре (на 34,5 мм). В июле среднесуточная температура воздуха превышала норму на 3,0 °С, в августе на 3,9 °С. Во второй половине июля и в начале августа днем температура воздуха поднималась до 35...40 °С, что вызывало пересыхание пыльцы и ухудшало условия опыления початков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Промежуток между посевом и всходами, как правило, определяется погодными условиями в послепосевной период, при холодной и дождливой погоде он увеличивается. В связи с тем, что сеяли кукурузу в прогретую почву и среднесуточная температура воздуха в мае была выше нормы без резкого понижения, период от посева до появления всходов во все годы составил 15 дней.

В ходе фенологических наблюдений за растениями кукурузы не установлено влияние площади питания на время наступления фаз развития. Независимо от площади питания и густоты стояния растений фазы всходов 5 листьев, выметывания метелки, цветения метелки и початка, полной спелости зерна по вариантам опыта наступали одновременно (табл. 2).

Не отмечено влияние разной площади питания растений на продолжительность межфазных периодов. В 2019 г. период всходы – выметывание метелки был равен 55 суток, всходы – цветение метелки и початка 57 суток, всходы – полная спелость – 112 суток. В 2020 г. эти межфазные периоды были продолжительнее и составили соответственно 60; 63; 118 суток. В 2021 г. все межфазные периоды были менее продолжительными. Так, период от всходов до выметывания метелки составил 53, до цветения – 57, до полной спелости – 98 суток. В среднем за три года выметывание метелки наступало через 56 суток после появления всходов, цветение метелки и початка – через 59, полная спелость – через 109 суток.

Стоит отметить, что в 2021 г. период вегетации был самым непродолжительным. По-видимому, быстрому созреванию зерна способствовали погодные условия августа и сентября. Жара негативно повлияла на налив зерна, приостановив его прежде времени. Активное использование кукурузой тепловых ресурсов привело к более быстрому созреванию зерна и сокращению периода вегетации.

Таблица 2. Даты наступления фаз развития растений гибрида Машук 172, 2019–2021 гг.

Table 2. Dates of the onset of phases of plant development of the hybrid Mashuk 172, 2019-2021

Площадь питания 1 растения, м ²	Густота стояния растений, тыс. шт./га	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Всходы				
0,143	70	04.05	8.05	11.05
0,125	80	04.05	8.05	11.05
5 листьев				
0,143	70	22.05	29.05	18.05
0,125	80	22.05	29.05	18.05
Выметывание метелки				
0,143	70	27.06	6.07	2.07
0,125	80	27.06	6.07	2.07
Цветение метелки				
0,143	70	29.06	9.07	6.07
0,125	80	29.06	9.07	6.07
Цветение початка				
0,143	70	29.06	10.07	6.07
0,125	80	29.06	10.07	6.07
Полная спелость				
0,143	70	23.08	28.08	16.08
0,125	80	23.08	28.08	16.08

По высоте растения, выращиваемые при густоте 70 и 80 тыс. шт./га, во все годы исследований были почти одинаковыми. Разница по высоте растений по годам составила 1 см, а в среднем за три года они были одинаковыми (табл. 3).

Густота посева по годам исследований по-разному влияла на урожайность зеленой массы. Процесс формирования зеленой массы в 2019 и 2021 гг. наиболее интенсивно проходил при выращивании растений с густотой 80 тыс. шт./га. В 2019 г. сбор зеленой массы от увеличения густоты с 70 до 80 тыс. шт./га повысился на 4,29 т/га (12,1 %), в 2021 г. – на 1,61 т/га (4,4 %). В 2020 г. происходило снижение урожая зеленой массы при увеличении густоты до 80 тыс. шт./га на 4,04 т/га (12,1 %), что, вероятно, было обусловлено недостатком осадков в июле в критический период развития растений. В среднем за 2019–2021 гг. загущение посева до 80 тыс. на 1 га оказало положительное действие на накопление зеленой массы, прибавка урожая зеленой массы по сравнению с густотой 70 тыс. шт./га составила 0,62 т/га (1,8 %).

Таблица 3. Влияние густоты стояния растений на высоту, урожайность зеленой массы и зерна гибрида Машук 172, 2019–2021 гг.

Table 3. Influence of plant density on the height, yield of green mass and grain of the hybrid Mashuk 172, 2019-2021

Площадь питания 1 растения, м ²	Густота, тыс. шт./га	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Высота растения, см					
0,143	70	201	201	207	203
0,125	80	200	200	208	203
НСР ₀₅		2	10	5	
Урожайность зеленой массы, т/га					
0,143	70	35,54	33,37	36,68	35,20
0,125	80	39,83	29,33	38,29	35,82
НСР ₀₅		5,07	7,34	7,70	
Урожайность зерна, т/га					
0,143	70	6,23	4,61	5,37	5,40
0,125	80	6,50	4,30	5,33	5,38
НСР ₀₅		0,83	0,21	0,35	

По годам исследований такую же тенденцию наблюдали при формировании урожая початков в зеленой массе. В 2019 г. сбор початков молочно-восковой спелости повысился от увеличения числа растений на 2,0 т/га (15,5 %), в 2021 г. – на 0,6 т/га (5,4 %). В 2020 г. сбор початков в зеленой массе уменьшился на 2,04 т/га (8,7 %) при увеличении густоты посева с 70 до 80 тыс. шт./га. В среднем за три года масса початков молочно-восковой спелости зерна увеличилась на 0,19 т/га (1,6 %), при густоте 70 тыс./га масса початков составила 11,63, при 80 тыс./га – 11,82 т/га.

Изменение площади питания растений слабо влияло на урожайность зерна. В 2019 г. увеличение густоты стояния растений на 1 га с 70 до 80 тыс. привело к увеличению урожайности зерна на 0,27 т/га (4,3 %). В 2020 г. отмечено значительное снижение урожайности зерна на 0,31 т/га (7,2 %) при уменьшении площади питания с 0,143 м² до 0,125 м². В 2021 г. отмечен почти одинаковый сбор зерна как при густоте выращивания растений 70, так и при 80 тыс. шт./га – соответственно 5,37 и 5,33 т/га.

При анализе урожайности зерна большое значение имеет детальное изучение формирования структуры урожая. Так, в 2019 г. с уменьшением площади питания на каждые 100 растений было на 3 початка меньше, масса одного початка уменьшилась на 8,3 г, зерна с початка – на 5,9 г. При этом длина початка была больше на 0,2 см, число зерен в початке на – 25 шт., выход зерна – на 0,7 % (табл. 4).

Таблица 4. Влияние густоты стояния растений на элементы структуры урожая гибрида Машук 172, 2019–2021 гг.

Table 4. Influence of plant density on the elements of the crop structure of the hybrid Mashuk 172, 2019-2021

Площадь питания, м ²	Год	Число початков на 100 растений, шт.	Длина початка, см	Число зерен в початке, шт.	Выход зерна, %	Масса, г		
						початка	зерна с початка	1000 зерен
0,143	2019	94	14,4	432	80,0	119,9	95,9	222
	2020	87	14,0	410	78,6	98,0	78,6	192
	2021	99	14,2	440	82,4	101,5	82,4	187
	среднее	93	14,2	427	80,3	106,5	85,6	200
0,125	2019	91	14,6	457	80,7	111,6	90,0	197
	2020	80	13,0	361	71,5	89,4	71,5	198
	2021	95	14,0	433	77,8	94,7	77,8	180
	среднее	89	13,9	417	76,7	98,6	79,8	192

В 2020 г. загущение посева с 70 до 80 тыс. растений на 1 га привело к уменьшению количества початков на 100 растений на 7 шт., длины початка – на 1 см, числа зерен в початке – на 49 шт., массы початка – на 8,6 г, зерна с початка – на 7,1 г. При этом наблюдали увеличение массы 1000 зерен на 6 г. Выход зерна снизился на 7,1 %.

В 2021 г. от увеличения густоты стояния растений число початков на 100 растений уменьшилось на 4 шт., длина початка – на 7 см, масса початка и зерна с початка соответственно на 6,8 и 4,6 г, масса 1000 зерен – на 7 г, выход зерна на – 4,6 %. В среднем по годам исследований наименьшие значения числа початков на 100 растений, длины початка, числа зерен в початке, массы початка и зерна с початка получены при густоте выращивания растений 80 тыс. шт./га.

Влажность зерна при уборке – показатель, влияющий на сроки уборки урожая и стоимость сушки зерна. За годы исследований влажность зерна не имела сильной зависимости от густоты стояния растений. В 2019 г. влажность зерна при густоте 70 тыс. шт./га составила 17,3 %, 80 тыс. шт./га – 16,8 %, в 2020 г. соответственно 17,0 и 17,2 %, в 2021 г. – 17,8 и 17,4 %, в среднем 17,4 и 17,1 %.

ВЫВОДЫ

Исследованиями установлено, что продолжительность вегетационного периода гибрида Машук 172 слабо зависела от площади питания растений и составляла в среднем 109 дней.

Загущение посева с 70 до 80 тыс. шт./га не влияло на высоту растений, не отмечено ее уменьшение или увеличение. Высота растений гибрида в среднем составила 203 см при выращивании как с густотой 70, так и 80 тыс. шт./га.

Наибольшая урожайность зеленой массы гибрида Машук 172 в среднем 35,82 т/га отмечена при выращивании растений с площадью питания 0,125 м² при густоте посева 80 тыс. шт./га.

Самый высокий урожай зерна в среднем 5,40 т/га сформировался при выращивании растений с площадью питания 0,143 м² и густотой 70 тыс. шт./га. Незначительное его снижение на 0,4 % наблюдали при загущении посева до 80 тыс. растений на 1 га.

Наибольшие показатели структуры урожая зерна кукурузы получены при густоте 70 тыс. шт./га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошен Б. М. Сортовая агротехника кукурузы в борьбе с засухой // Кукуруза и сорго. 2001. № 6. С. 5–6.
2. Толорая Т. Р., Малаканова В. П. Роль водопотребления в повышении продуктивности кукурузы // Кукуруза и сорго. 2001. № 4. С. 2–3.
3. Кравцов И. А., Федоткин И. В. Продуктивность родительских форм кукурузы и густота стояния // Кукуруза и сорго. 2001. № 3. С. 12–13.
4. Иванова З. А., Кудяев Р. Х., Тамахина А. Я., Расулов А. А., Хоконова М. А. Фотосинтетическая деятельность растений гибридов кукурузы в зависимости от условий минерального питания и густоты стояния // Проблемы развития АПК региона. 2022. № 3(51). С. 49–54.
5. Лужинский Д. В., Володькин Д. Н., Надточаев Н. Ф., Богданов А. З. Густота стояния растений кукурузы – важный фактор формирования высокопродуктивных агроценозов кукурузы // Земледелие и защита растений. 2019. № 2 (123). С. 7–14.
6. Толорая Т. Р., Малаканова В. П., Скарга О. В., Очнев А. С., Ломовский Д. В., Петрик Г. Ф. Влияние погодных условий, густоты посева и скороспелости на урожайность гибридов кукурузы // Кукуруза и сорго. 2004. № 3. С. 3–6.
7. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А., Зубко Д. Г. и др. Густота растений, урожай и влажность зерна раннеспелых гибридов кукурузы // Кукуруза и сорго. 2017. № 2. С. 3–8.
8. Губин С. В., Логинова А. М., Гетц Г. В. Влияние густоты стояния растений на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2022. № 3(47). С. 24–32.
9. Багринцева В. Н., Шмалько И. А., Никитин С. В. Оптимальная густота стояния растений гибридов кукурузы // Зерновое хозяйство. 2011. С. 57–60.
10. Шмалько И. А. Урожайность раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений // Вестник Курской государственной академии. 2019. № 1. С. 19–24.
11. Шевченко П. Д., Балакай Г. Т., Василенко В. Н. // Орошаемое земледелие и растениеводство: учебное пособие. Новочеркасск: Лик, 2009. 451 с.
12. Толорая Т. Р., Лавренчук Н. Ф., Чумак М. В., Малаканова В. П. Кукуруза (Агротехнические основы возделывания на черноземах Западного Предкавказья). Краснодар: Просвещение – ЮГ, 2003. 310 с.
13. Кулинцев В. В., Годунова Е. И., Желнакова Л. И. и др. // Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. 520 с.
14. <https://reestr.gosortrf.ru/sorts/8355858/> дата запроса 16.02.2023 г.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1979. 416 с.

Информация об авторах

Шмалько Ирина Анатольевна, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. отдела технологии возделывания кукурузы, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;

357528, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 146;
shmalko.i@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4874-5485>

Багринцева Валентина Николаевна, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр., и.о. зав. отделом технологии возделывания кукурузы, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;

357528, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 146;
maize-tehno@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-1974>

REFERENCES

1. Koshen B.M. Varietal agricultural technology of corn in the fight against drought. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2001. No. 6. Pp. 5–6. (In Russian)
2. Toloraya T.R., Malakanova V.P. The role of water consumption in increasing the productivity of corn. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2001. No. 4. Pp. 2–3. (In Russian)
3. Kravtsov I.A., Fedotkin I.V. Productivity of maize parental forms and standing density. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2001. No. 3. Pp. 12–13. (In Russian)
4. Ivanova Z.A., Kudaev R.Kh., Tamakhina A.Ya., Rasulov A.A., Khokonova M.A. Photosynthetic activity of maize hybrid plants depending on the conditions of mineral nutrition and standing density. *Problemy razvitiya APK regiona* [Problems of development of the agro-industrial complex of the region]. 2022. No. 3(51). Pp. 49–54. (In Russian)
5. Luzhinsky D.V., Volodkin D.N., Nadtochaev N.F., Bogdanov A.Z. Plant density of corn is an important factor in the formation of highly productive maize agrocenoses. *Zemledeliye i zashchita rasteniy* [Agriculture and plant protection]. 2019. No. 2 (123). Pp. 7–14. (In Russian)
6. Toloraya T.R., Malakanova V.P., Skarga O.V., Ochnev A.S., Lomovsky D.V., Petrik G.F. Influence of weather conditions, sowing density and early maturity on the yield of corn hybrids. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2004. No. 3. Pp. 3–6. (In Russian)
7. Orlyanskiy N.A., Orlyanskaya N.A., Zubko D.G. [et al.] Plant density, yield and grain moisture content of early ripe maize hybrids. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2017. No. 2. Pp. 3–8. (In Russian)
8. Gubin S.V., Loginova A.M., Getz G.V. Effect of plant density on the yield of corn hybrids of different ripeness groups. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Omsk State Agrarian University]. 2022. No. 3(47). Pp. 24–32. (In Russian)
9. Bagrintseva V.N., Shmalcko I.A., Nikitin S.V. Optimal plant density of maize hybrids. *Zernovoye khozyaystvo* [Grain economy]. 2011. Pp. 57–60. (In Russian)
10. Shmalcko I.A. Yield of early ripe maize hybrids depending on plant density. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Academy]. 2019. No. 1. Pp. 19–24. (In Russian)
11. Shevchenko P.D., Balakai G.T., Vasilenko V.N. *Oroshayemoye zemledeliye i rasteniyevodstvo* [Irrigated agriculture and crop production]: textbook. Novochoerkassk: Lik, 2009. 451 p. (In Russian)
12. Toloraya T.R., Lavrenchuk N.F., Chumak M.V., Malakanova V.P. *Kukuruza (Agrotekhnicheskiye osnovy vzdelyvaniya na chernozemakh Zapadnogo Predkavkaz'ya)* [Corn (Agrotechnical fundamentals of cultivation on the chernozems of the Western Ciscaucasia)]. Krasnodar: Prosveshcheniye, 2003. 310 p. (In Russian)

13. Kulintsev V.V., Godunova E.I., Zhelnakova L.I. *Sistema zemledeliya novogo pokoleniya Stavropol'skogo kraya* [The system of agriculture of the new generation of the Stavropol Territory]: monograph. Stavropol: AGRUS of the Stavropol State Agrarian University, 2013. 520 p. (In Russian)
14. <https://reestr.gosstrf.ru/sorts/8355858/> request date 02/16/2023
15. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow: Kolos, 1979. 416 p. (In Russian)

Information about the authors

Shmalko Irina Anatolyevna, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Department of Maize Cultivation Technology, All-Russian Research Institute of Maize;
357528, Russia, Pyatigorsk, 14b Ermolov street;
shmalko.i@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4874-5485>

Bagrintseva Valentina Nikolaevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Acting Head of the Maize Cultivation Technology Department, All-Russian Research Institute of Maize;
357528, Russia, Pyatigorsk, 14b Ermolov street;
maize-tehno@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-1974>