

## Семенная продуктивность родительских форм раннеспелых гибридов кукурузы

✉ Чеботарёв Д.С., Орлянская Н.А.

*Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы (Воронежский филиал)*  
Воронежская область, п. Опытной станции ВНИИК, Россия

✉ e-mail: vf-nauka@mail.ru

Представлены результаты испытаний родительских форм гибридов кукурузы с целью определения оптимальных схем размещения и густоты стояния растений. Исследования проведены в лесостепной зоне Воронежской области в 2022, 2023 гг. Объектами опытов послужили родительские формы раннеспелых гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 135 СВ, Воронежский 145 МВ, Воронежский 150 СВ, Воронежский 171 СВ, Воронежский 182 МВ. Агротехнические мероприятия соответствовали общепринятым нормам для зоны. Результаты дисперсионного анализа показали, что условия года, генотип, схема размещения и густота стояния оказывали влияние на урожайность материнских компонентов ( $p = 0,001$ ). Уборочная влажность зерна определялась теми же факторами опыта, однако условия года формировали значения показателя только для группы второго срока посева ( $p = 0,001$ ), а достоверного действия схемы размещения не выявлено. Загущение посевов до 70 тыс./га способствовало увеличению показателей урожайности (0,36–0,75 т/га) и уборочной влажности (0,3–1,2%) зерна в сравнении с густотой стояния 50 тыс./га. Схема размещения 6 : 2 повышала продуктивность (0,44–0,66 т/га) материнских компонентов в отличие от схемы 4 : 2. Совокупное действие установленных в ходе исследований показателей определено как оптимальное для изученных родительских форм гибридов и рекомендовано к использованию в производственном семеноводстве.

**Ключевые слова:** кукуруза, родительские формы, схема посева, густота стояния, продуктивность

## Seed productivity of parental lines of the early maturing corn hybrids

✉ Chebotarev D.S., Orlyanskaya N.A.

*All-Russian Research Institute of Corn (Voronezh branch)*  
Opytnoi Stantsii VNIIC, Voronezh district, Russia

✉ e-mail: vf-nauka@mail.ru

The results of the tests of parental lines of corn hybrids to determine the optimal schemes of placement and plant density are presented. The research was conducted in the forest-steppe zone of the Voronezh region in 2022–2023. The parental lines of the early maturing corn hybrids Voronezhsky 130 MV, Voronezhsky 135 SV, Voronezhsky 145 MV, Voronezhsky 150 SV, Voronezhsky 171 SV, Voronezhsky 182 MV served as the objects of experiments. Agronomic measures were in line with generally accepted norms for the zone. The results of analysis of variance showed that year conditions, genotype, placement pattern and stand density influenced the yield of the female parent components ( $p = 0.001$ ). Grain moisture at harvest was determined by the same experimental factors, with environmental conditions affecting the values only for the second sowing date group ( $p = 0.001$ ), while no significant effect of ratios was observed. Thickening of crops to 70,000 plants/ha led to an increase in the yield (0.36–0.75 t/ha) and grain moisture at harvest (0.3–1.2%) compared to the plant density of 50,000 plants/ha. The placement pattern 6 : 2 increased female parent components performance (0.44–0.66 t/ha) unlike the scheme 4 : 2. The combined effect of the parameters identified during the study was determined to be optimal for the parental components of the hybrids and recommended for use in commercial seed production.

**Keywords:** corn, parental lines, sowing pattern, stand density, productivity

**Для цитирования:** Чеботарёв Д.С., Орлянская Н.А. Семенная продуктивность родительских форм раннеспелых гибридов кукурузы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54. № 12. С. 32–39. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-12-4>

**For citation:** Chebotarev D.S., Orlyanskaya N.A. Seed productivity of parental lines of the early maturing corn hybrids. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2024, vol. 54, no. 12, pp. 32–39. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-12-4>

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

Одно из лидирующих положений среди сельскохозяйственных культур в мире занимает кукуруза, валовой сбор зерна которой достиг 1,2 млрд т к 2021 г.<sup>1</sup> Анализ данных за предыдущие 10 лет на территории России показывает положительную динамику как в производстве, так и в увеличении площади посева культуры. Так, если в 2013 г. валовой сбор зерна кукурузы составлял около 11,6 млн т, то к 2023 г. этот показатель достиг 16,6 млн т. Площадь посева культуры возросла с 2,44 млн га до 2,67 млн га за аналогичный период<sup>2</sup>.

Растущая популярность кукурузы обусловлена прежде всего возможностями ее использования в пищевой, кормовой и сырьевой промышленности, в частности при производстве биоэтанола<sup>3</sup> [1].

Увеличение площадей посева под кукурузой находится в зависимости от обеспеченности собственными семенами родительских форм и гибридов первого поколения, необходимых для товарного производства. Доля импортного семенного материала остается на высоком уровне, занимая более половины рынка страны [2]. Повышение темпов получения семенной продукции является первоочередной задачей, которая ставится перед отраслью семеноводства. Ключевая роль в этом отводится не только увеличению площадей под участками гибридизации, но и всестороннему изучению особенностей культуры с целью создания научно обоснованных

рекомендаций по производству семян кукурузы.

Несмотря на то что технология выращивания кукурузы на семена в основном не отличается от применяемой для товарных посевов, она имеет ряд индивидуальных особенностей. Они определяются биологическими свойствами инбредных линий, используемых в качестве материнского и отцовского компонента. Самоопыленные родительские формы характеризуются пониженной жизнеспособностью и урожайностью ввиду гомозиготного состояния организмов, поэтому требуют строгого соблюдения агротехнических рекомендаций для реализации их потенциала<sup>4</sup>.

Кроме того, особенность производства семенной кукурузы заключается в подборе основных элементов технологии, таких как схема размещения родительских форм и густота стояния растений, которые зависят от биотических и абиотических факторов<sup>5</sup>.

Соотношение рядов материнского и отцовского компонента участвует в формировании количественных признаков, среди которых – число зерен в ряду, длина початка и масса 1000 зерен [3, 4]. Схема размещения родительских форм, определяемая преимущественно на основании генотипа и условий возделывания, влияет на озерненность початков и продуктивность участка гибридизации<sup>6</sup> [5].

Изменение длины початка, числа зерен в ряду, количества рядов початка, высоты растений и урожайности семян родительских форм кукурузы формируется под воздействием густоты стояния<sup>7</sup> [6]. Предельное загущение посевов вызывает внутривидовую кон-

<sup>1</sup>Statistical Yearbook – World Food and Agriculture 2023. Rome, Italy: FAO, 2023. 367 p. DOI: 10.4060/cc8166en.

<sup>2</sup>Федеральная служба государственной статистики URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 15.04.2024).

<sup>3</sup>Ranum P., Peña-Rosas J.P., Garcia-Casal M.N. Global maize production, utilization, and consumption // Annals of the New York Academy of Sciences. 2014. Vol. 1312. N 1. P. 105–112. DOI: 10.1111/nyas.12396.

<sup>4</sup>Дзюбецкий Б.В., Черчель В.Ю., Кирпа М.Я., Алдошин А.В., Сатарова Т.М., Черенков А.В., Ляшенко Н.О., Боденко Н.А. Насінництво кукурудзи: навчальний посібник. Киев: Аграрна наука, 2019. 200 с.

<sup>5</sup>Циков В.С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск: издательство Зоря, 2003. 296 с.

<sup>6</sup>Фрунзе И.И., Гарбур И.В. Разработка элементов технологии выращивания гибридных семян кукурузы в Молдове // Институт растениеводства «Порумбень» – 40 лет научной деятельности: материалы международной конференции. Пашканы, Молдова. 2014. С. 189–204.

<sup>7</sup>Горбачева А.Г., Чиник А.М., Копылова Е.В. Влияние густоты стояния растений на урожай зерна раннеспелых и среднеспелых линий кукурузы в условиях предгорной зоны Ставропольского края // Кукуруза и сорго. 2012. № 1. С. 8–14.

курению за воду, свет и элементы питания, повышая уровень бесплодных растений, тем самым сокращая общую продуктивность<sup>8</sup> [7].

Кроме того, высокий уровень густоты стояния ухудшает способность использования кукурузой доступного запаса азота в почве после цветения початков, что приводит к снижению концентрации вещества в листьях и эффективности фотосинтеза, неблагоприятно сказываясь на показателях урожайности [8]. С другой стороны, размещение малого количества растений на единицу площади способствует низкой продуктивности посевов<sup>9</sup> [9, 10].

Схема размещения и густота стояния родительских компонентов гибридов определяются большим количеством факторов, поэтому подход к их подбору должен быть дифференцированным и обоснованным с учетом индивидуальных особенностей генотипа и почвенно-климатических условий<sup>10, 11</sup> [11].

Цель исследований – определение оптимальных схем размещения и густоты стояния родительских форм новых раннеспелых (ФАО 130–180) гибридов кукурузы в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на полях организации в 2022, 2023 гг. Родительские формы раннеспелых гибридов кукурузы Воронежский 130 МВ, Воронежский 135 СВ, Воронежский 145 МВ, Воронежский 150 СВ, Воронежский 171 СВ, Воронежский 182 МВ выступали в качестве объектов опытов.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднemosным

глинистым с содержанием гумуса в пахотном слое (0–20 см) в пределах 5,1–5,4%. Почвы по степени кислотности в солевой вытяжке слабокислые (рН = 5,0–5,3). Обеспеченность подвижными формами питательных веществ средняя по фосфору ( $P_2O_5 = 80$  мг/кг) и высокая по калию ( $K_2O = 126$  мг/кг). Агротехнические мероприятия соответствовали общепринятым для зоны.

Вегетационный период (май – сентябрь) в 2022 г. был слабозасушливым (ГТК = 1,10), в 2023 г. – засушливым (ГТК = 0,99). Сумма эффективных температур выше 10 °С составляла 1203,0 и 1252,1 °С, что ниже нормы на 151 и 102 °С соответственно. Количество выпавших осадков по годам практически не отличалось (286,4 и 269,8 мм), но их распределение по месяцам было неравномерным с наибольшими значениями в сентябре 2022 г. (118,0 мм), в июле 2023 г. (139,9 мм) и наименьшими – в сентябре 2023 г. (2,0 мм), в августе 2022 г. (20,0 мм).

Закладка опытов и наблюдения проводились в соответствии с методикой<sup>12–14</sup>.

Учетная площадь делянок составляла 16,8 и 25,2 м<sup>2</sup> при схемах размещения родительских форм 4 : 2 и 6 : 2 соответственно. Густоту стояния растений на уровне 50 и 70 тыс./га формировали вручную в фазу 4–5 листьев и подсчитывали перед уборкой. Размещение вариантов в опытах систематическое, повторность – 3-кратная. Посев проводили в два срока для совмещения цветения родительских форм гибридов с соблюдением пространственной изоляции. Отцовский компонент выкашивали после цветения.

Основные хозяйственно ценные признаки определяли сплошным методом, биометри-

<sup>8</sup>Sangoi L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield // *Ciência rural*. 2001. Vol. 31. N 1. P. 159–168.

<sup>9</sup>Irmak S., Djaman K. Effects of planting date and density on plant growth, yield, evapotranspiration, and water productivity of subsurface drip-irrigated and rainfed maize // *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 2016. Vol. 59. N 5. P. 1235–1256. DOI: 10.13031/trans.59.11169.

<sup>10</sup>Корнев В.А. Продуктивность родительских форм кукурузы различной спелости в зависимости от густоты растений и обработки семян микроэлементами на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 – растениеводство. Краснодар, 2005. 24 с.

<sup>11</sup>MacRobert J.F., Setimela P., Gethi J., Regasa M.W. Maize Hybrid Seed Production Manual. Mexico: CIMMYT, 2014. 26 p.

<sup>12</sup>Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 352 с.

<sup>13</sup>Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. 194 с.

<sup>14</sup>Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск, 1980. 54 с.

ческие измерения – по 10 закрепленным растениям и початкам. Учет урожая зерна проводился поделочно вручную с последующим взвешиванием початков. Влажность зерна при уборке определяли экспресс-влажмером Wile 55 с 3-кратным измерением показателя каждого образца. Урожайность зерна приведена к 14%-й влажности и пересчитана в соответствии с установленными в опыте схемами размещения.

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли методом многофакторного дисперсионного анализа с определением НСР, используя программы Microsoft Excel, Statistica<sup>15</sup>. Различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

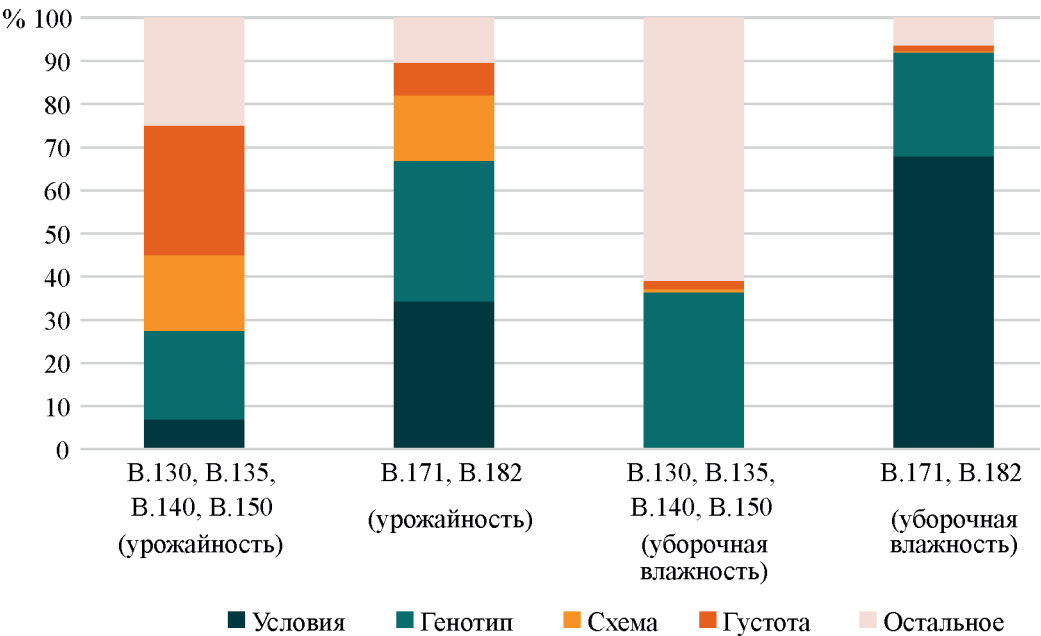
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенно-климатические условия, генотипические особенности, схема размещения и густота стояния родительских компонентов способны в значительной степени как снижать, так и повышать продуктивность участков гибридизации кукурузы. Дисперсионный

анализ позволил установить главные факторы опыта, которые формируют урожайность материнских форм, а также исключить из дальнейшего рассмотрения несущественные элементы исследований.

Анализ по F-критерию Фишера показал, что условия года, генотип, схема размещения и густота стояния оказывали статистически значимое влияние ( $p = 0,001$ ) на продуктивность материнских компонентов в течение двух лет проведения испытаний. Взаимодействия между факторами в основном являлись недостоверными, за исключением взаимодействий «условия × генотип» ( $p = 0,001$ ), «условия × густота» ( $p = 0,001$ ), «схема × густота» ( $p = 0,022$ ) для материнских форм первого срока посева и «условия × схема» ( $p = 0,001$ ), «условия × густота» ( $p = 0,006$ ), «схема × густота» ( $p = 0,011$ ) для группы второго срока посева.

Доля влияния факторов опыта на урожайность зерна изменялась в зависимости от набора материнских компонентов (см. рисунок). Наибольший вклад в формирование изу-



Доля влияния факторов опыта на урожайность и уборочную влажность материнских форм гибридов кукурузы (2022, 2023 гг.), %

Share of experimental factor effects on the yield and grain moisture at harvest of female parent forms of corn hybrids (2022, 2023), %

<sup>15</sup>Усманов Р.Р. Статистическая обработка данных агрономических исследований в программе «Statistica». М.: РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. 177 с.

ченного признака первой группы форм вносили густота стояния и генотипические особенности (30,00 и 20,55% соответственно). Несколько меньшую долю влияния имели схема размещения (17,51%) и условия года (6,92%). Для второго срока посева определяющими урожайность факторами оказались условия года (34,41%) и генотип (32,50%). Доли влияния схемы размещения и густоты стояния составляли 15,19 и 7,52% соответственно.

В контексте уборочной влажности зерна дисперсионный анализ показал, что одним из основных факторов, определяющих значения признака, являлся генотип исходных форм ( $p = 0,001$ ). Генотипические особенности вносили вклад в формирование уборочной влажности с долями 36,36 и 24,05%. Отмечено, что для группы второго срока посева одним из существенных факторов оказались условия года ( $p = 0,001$ ). Густота стояния определяла значения показателей уборочной влажности в меньшей степени, но оставалась значимой у обеих групп материнских форм ( $p = 0,006$  и  $p = 0,002$  соответственно). Достоверного влияния схемы размещения на изученный признак установлено не было. Условия года при взаимодействии отдельно с генотипом и густотой стояния растений определяли уровень уборочной влажности зерна как в первой группе материнских форм, так и во второй. При этом значимое влияние совместного действия условий года и схемы размещения установлено только для группы первого срока посева ( $p = 0,037$ ).

Средняя продуктивность материнских форм на участках гибридизации определенным образом изменялась в зависимости от установленной схемы размещения и густоты стояния растений в диапазоне 4,13–6,22 т/га (см. табл. 1).

Продуктивность материнских компонентов исследованных групп в равной степени возрастала при схеме размещения 6 : 2. Подобная схема позволила увеличить среднюю урожайность форм первого срока посева с 5,06 до 5,55 т/га (+0,49 т/га). Наиболее эффективным такое размещение оказалось для материнского компонента гибрида Воронеж-

**Табл. 1.** Урожайность материнских форм в зависимости от схем размещения рядов и густоты стояния растений, среднее за 2022, 2023 гг.

**Table 1.** Yield of female parent forms depending on the row arrangement schemes and plant stand density, average of 2022, 2023

| №<br>п/п                               | Материнская<br>форма<br>гибрида | Густота<br>стояния<br>растений,<br>тыс./га | Урожайность, т/га                           |       |              |
|----------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|--------------|
|                                        |                                 |                                            | Схема<br>размещения<br>родительских<br>форм |       | Сред-<br>нее |
|                                        |                                 |                                            | 4 : 2                                       | 6 : 2 |              |
| Материнские формы первого срока посева |                                 |                                            |                                             |       |              |
| 1                                      | Воронежский<br>130 МВ           | 50                                         | 4,63                                        | 5,01  | 4,82         |
|                                        |                                 | 70                                         | 5,24                                        | 5,75  | 5,50         |
| 2                                      | Воронежский<br>135 СВ           | 50                                         | 5,07                                        | 5,40  | 5,24         |
|                                        |                                 | 70                                         | 5,54                                        | 6,22  | 5,88         |
| 3                                      | Воронежский<br>145 МВ           | 50                                         | 4,31                                        | 4,83  | 4,57         |
|                                        |                                 | 70                                         | 5,04                                        | 5,6   | 5,32         |
| 4                                      | Воронежский<br>150 СВ           | 50                                         | 5,18                                        | 5,45  | 5,32         |
|                                        |                                 | 70                                         | 5,47                                        | 6,17  | 5,82         |
| Среднее по схемам                      |                                 |                                            | 5,06                                        | 5,55  |              |
| Материнские формы второго срока посева |                                 |                                            |                                             |       |              |
| 5                                      | Воронежский<br>171 СВ           | 50                                         | 5,20                                        | 5,52  | 5,36         |
|                                        |                                 | 70                                         | 5,33                                        | 6,11  | 5,72         |
| 6                                      | Воронежский<br>182 МВ           | 50                                         | 4,13                                        | 4,69  | 4,41         |
|                                        |                                 | 70                                         | 4,52                                        | 5,28  | 4,90         |
| Среднее по схемам                      |                                 |                                            | 4,80                                        | 5,40  |              |

Примечание. НСР<sub>05</sub> (формы первого срока) – частных средних (0,40); генотипа (0,14); схемы, густоты (0,10); схема × густота (0,14); НСР<sub>05</sub> (формы второго срока) – частных средних (0,37); генотипа, схемы, густоты (0,13); схема × густота (0,19).

ский 145 МВ (+0,54 т/га). Средняя урожайность группы второго срока посева возрастала с 4,80 до 5,40 т/га (+0,60 т/га) при соотношении рядов родительских форм 6 : 2. Подобное размещение определяло увеличение продуктивности на 0,55 и 0,66 т/га у материнской формы гибрида Воронежский 171 СВ и Воронежский 182 МВ соответственно.

Уборочная влажность зерна, влияющая на рентабельность производства кукурузы ввиду высоких затрат на процесс послеуборочной сушки, находилась на уровне 19,2–27,4%

в соответствии с набором материнских компонентов, схемы размещения и густоты стояния растений (см. табл. 2).

Густота стояния растений была определяющим фактором в отношении уборочной влажности зерна. Загущение посевов до 70 тыс. растений/га существенно повышало средние значения показателей для исследованных групп на 0,6 и 0,9% соответственно. При попарном сравнении форм первого срока посева установлено, что снижение числа

**Табл. 2.** Уборочная влажность зерна материнских форм в зависимости от схем размещения рядов и густоты стояния растений, среднее за 2022, 2023 гг.

**Table 2.** Grain moisture content of the harvested grain of female parent forms depending on the row arrangement schemes and plant stand density, average of 2022, 2023

| №<br>п/п                                      | Материнская<br>форма гибрида | Густота<br>стояния<br>растений,<br>тыс. /га | Уборочная влажность<br>зерна, %             |       |              |
|-----------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|--------------|
|                                               |                              |                                             | Схема<br>размещения<br>родительских<br>форм |       | Сред-<br>нее |
|                                               |                              |                                             | 4 : 2                                       | 6 : 2 |              |
| <i>Материнские формы первого срока посева</i> |                              |                                             |                                             |       |              |
| 1                                             | Воронежский<br>130 МВ        | 50                                          | 19,2                                        | 19,6  | 19,4         |
|                                               |                              | 70                                          | 19,5                                        | 20    | 19,8         |
| 2                                             | Воронежский<br>135 СВ        | 50                                          | 21,9                                        | 22,2  | 22,1         |
|                                               |                              | 70                                          | 22,5                                        | 22,2  | 22,4         |
| 3                                             | Воронежский<br>145 МВ        | 50                                          | 19,6                                        | 20,0  | 19,8         |
|                                               |                              | 70                                          | 19,8                                        | 21,0  | 20,4         |
| 4                                             | Воронежский<br>150 СВ        | 50                                          | 20,8                                        | 20,7  | 20,8         |
|                                               |                              | 70                                          | 21,4                                        | 21,7  | 21,6         |
| Среднее по схемам                             |                              |                                             | 20,6                                        | 20,9  |              |
| <i>Материнские формы второго срока посева</i> |                              |                                             |                                             |       |              |
| 5                                             | Воронежский<br>171 СВ        | 50                                          | 25,9                                        | 26,2  | 26,1         |
|                                               |                              | 70                                          | 27,1                                        | 27,4  | 27,3         |
| 6                                             | Воронежский<br>182 МВ        | 50                                          | 22,4                                        | 22,8  | 22,6         |
|                                               |                              | 70                                          | 22,9                                        | 23,5  | 23,2         |
| Среднее по схемам                             |                              |                                             | 24,6                                        | 25,0  |              |

Примечание. НСР<sub>05</sub> (формы первого срока) – частных средних (1,33); генотипа (0,47); густоты (0,33); НСР<sub>05</sub> (формы второго срока) – частных средних (1,60); генотипа, густоты (0,56).

растений до 50 тыс. растений/га способствовало ускорению влагоотдачи у материнских компонентов гибридов Воронежский 150 СВ (–0,8%), Воронежский 145 МВ (–0,6%) и Воронежский 130 МВ (–0,4%). Несмотря на то что для родительской формы гибрида Воронежский 135 СВ определено такое же влияние густоты стояния, разница при этом не являлась существенной в соответствии с показателем НСР<sub>05</sub>. Отдача влаги зерном материнского компонента гибрида Воронежский 171 СВ была наиболее интенсивной среди группы второго срока посева при меньшем количестве растений на 1 га (26,1%), чем в условиях загущения (27,3%). Таким же образом происходили изменения показателей уборочной влажности зерна материнской формы гибрида Воронежский 182 МВ, достоверно снижаясь на 0,6% при густоте стояния растений 50 тыс. /га в сравнении с 70 тыс./га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам анализа проведенных исследований 2022, 2023 гг., установлены главные факторы, определяющие урожайность и уборочную влажность зерна материнских форм раннеспелых (ФАО 130–180) гибридов кукурузы в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона. Определено, что доля влияния факторов является неодинаковой в зависимости от генотипа и сроков посева родительских компонентов, что обуславливает необходимость индивидуального подхода к изучению реакции показателей урожайности на совокупное действие элементов технологии возделывания и условий среды, в которых они применяются. В ходе испытаний показано, что загущение посевов до 70 тыс. растений/га приводит к повышению урожайности изученных материнских компонентов гибридов на 0,36–0,75 т/га, поэтому такая густота стояния является наиболее предпочтительной, несмотря на некоторые ухудшения условий для отдачи влаги зерном. В свою очередь, схема размещения рядов родительских форм 6 : 2 не оказывала влияния на изменение показателей уборочной влажности зерна, однако способствовала

достоверному увеличению продуктивности участков гибридизации форм разных сроков посева на 0,44–0,66 т/га. Одновременное действие установленных в процессе исследований параметров элементов технологии возделывания родительских компонентов повышает эффективность производства, вследствие чего рекомендовано к применению в промышленном семеноводстве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jiao Y., Chen H.D., Han H., Chang Y. Development and Utilization of Corn Processing by-Products: A Review // *Foods*. 2022. Vol. 11. N 22. Article 3709. DOI: 10.3390/foods11223709.
2. Тихомиров А.И., Фомин А.А. Технологическая импортозависимость АПК России: современные вызовы и возможности // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2023. Т. 66. № 1. С. 16–19. DOI: 10.55186/25876740\_2023\_66\_1\_16.
3. Ruiz Ramirez S., Zelaya Molina L.X., Chávez Díaz I.F., Cruz Cárdenas C.I., Hernández Martínez R. Effect of the sowing ratios on the yield and quality of seed from maize genotypes // *Agro Productividad*. 2023. Vol. 2. P. 29–35. DOI: 10.32854/agrop.v16i2.2353.
4. Manjulatha G., Rajanikanth E., Sravani D. Optimum Row Ratio for Seed Production of Single Cross Maize Hybrid, Karimnagar Makka-1 for Enhanced Yield and Profitability // *Ecology Environment and Conservation*. 2022. Vol. 28. N 4. P. 1931–1936. DOI: 10.53550/EEC.2022.v28i04.042.
5. Капустин С.И., Стройный А.М., Кухарук М.Ю., Капустин А.С. Урожайность гибридных семян кукурузы в зависимости от соотношения рядков родительских форм // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 2 (82). С. 63–68.
6. Ghețe A.B., Haș V., Copândeian A., Vidican R., Suciu L., Vârban D.I., Muntean S., Biro-Janika B., Duda M.M. Influence of plant densities on seed production in some parental inbred lines of TURDA maize hybrids // *Romanian Agricultural Research*. 2021. N 38. P. 163–171.
7. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А., Чеботарёв Д.С. Выделение раннеспелых линий кукурузы с положительной реакцией на загущение посевов // *Вестник аграрной нау-*

ки. 2021. № 1 (88). С. 41–47. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.1.41.

8. Yan P., Pan J., Zhang W., Shi J., Chen X., Cui Z. A high plant density reduces the ability of maize to use soil nitrogen // *PLOS ONE*. 2017. Vol. 12. N 2. Article e0172717. DOI: 10.1371/journal.pone.0172717.
9. Djaman K., Allen S., Djaman D.S., Koudahe K., Irmak S., Puppala N., Darapuneni M.K., Angadi S.V. Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency // *Environmental Challenges*. 2022. Vol. 6. Article 100417. DOI: 10.1016/j.envc.2021.100417.
10. Mandić V., Đorđević S., Brankov M., Živković V., Lazarević M., Keškić T., Krnjaja V. Response of Yield Formation of Maize Hybrids to Different Planting Densities // *Agriculture*. 2024. Vol. 14. N 3. Article 351. DOI: 10.3390/agriculture14030351.
11. Sharma V., Bhushan A., Kumar D., Mishra S., Kumar R. Single cross hybrid of QPM maize seed production as influenced by row ratio and spacing in North Western Himalayan region // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020. Vol. 9. N 8. P. 1491–1496. DOI: 10.20546/ijcmas.2020.908.172.

## REFERENCES

1. Jiao Y., Chen H.D., Han H., Chang Y. Development and Utilization of Corn Processing by-Products: A Review. *Foods*, 2022, vol. 11, no. 22, article 3709. DOI: 10.3390/foods11223709.
2. Tikhomirov A.I., Fomin A.A. Technological import dependence of the Russian AIC: modern challenges and opportunities. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = International Agricultural Journal*, 2023, vol. 66, no. 1, pp. 16–19. (In Russian). DOI: 10.55186/25876740\_2023\_66\_1\_16.
3. Ruiz Ramirez S., Zelaya Molina L.X., Chávez Díaz I.F., Cruz Cárdenas C.I., Hernández Martínez R. Effect of the sowing ratios on the yield and quality of seed from maize genotypes. *Agro Productividad*, 2023, vol. 2, pp. 29–35. DOI: 10.32854/agrop.v16i2.2353.
4. Manjulatha G., Rajanikanth E., Sravani D. Optimum Row Ratio for Seed Production of Single Cross Maize Hybrid, Karimnagar Makka-1 for Enhanced Yield and Profitability. *Ecology Environment and Conservation*, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 1931–1936. DOI: 10.53550/EEC.2022.v28i04.042.

5. Kapustin S.I., Stroinyi A.M., Kukharuk M.Yu., Kapustin A.S. The yield of hybrid maize seeds, depending on the rows ratio of parental forms. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2020, no. 2 (82), pp. 63–68. (In Russian).
6. Ghețe A.B., Haș V., Copândeian A., Vidican R., Suciu L., Vârban D.I., Muntean S., Biro-Jan-ka B., Duda M.M. Influence of plant densities on seed production in some parental inbred lines of TURDA maize hybrids. *Romanian Agricultural Research*, 2021, no. 38, pp. 163–171.
7. Orlyanskii N.A., Orlyanskaya N.A., Chebotarev D.S. Selection of early ripening corn lines with positive response on plant overcrowding. *Vestnik Agrarnoi Nauki = Bulletin of Agrarian Science*, 2021, no. 1 (88), pp. 41–47. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.1.41.
8. Yan P., Pan J., Zhang W., Shi J., Chen X., Cui Z. A high plant density reduces the ability of maize to use soil nitrogen. *PLOS ONE*, 2017, vol. 12, no. 2, article e0172717. DOI: 10.1371/journal.pone.0172717.
9. Djaman K., Allen S., Djaman D. S., Koudahe K., Irmak S., Puppala N., Darapuneni M.K., Angadi S.V. Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency. *Environmental Challenges*, 2022, vol. 6, article 100417. DOI: 10.1016/j.envc.2021.100417.
10. Mandić V., Đorđević S., Brankov M., Živković V., Lazarević M., Keškić T., Krnjaja V. Response of Yield Formation of Maize Hybrids to Different Planting Densities. *Agriculture*, 2024, vol. 14, no. 3, article 351. DOI: 10.3390/agriculture14030351.
11. Sharma V., Bhushan A., Kumar D., Mishra S., Kumar R. Single cross hybrid of QPM maize seed production as influenced by row ratio and spacing in North Western Himalayan region. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2020, vol. 9, no. 8, pp. 1491–1496. DOI: 10.20546/ijcmas.2020.908.172.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Чеботарёв Д.С., младший научный сотрудник; адрес для переписки: Россия, 396835, Воронежская область, Хохольский район, п. Опытной станции ВНИИК, ул. Чаянова, 13; e-mail: vf-nauka@mail.ru

Орлянская Н.А., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

#### AUTHOR INFORMATION

✉ Dmitry S. Chebotarev; Junior Researcher; address: 13, Chayanova St., Opytnoi Stantsii VNIK, Khokholsky District, Voronezh Region, 396835, Russia; e-mail: vf-nauka@mail.ru

Natalya A. Orlyanskaya, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 18.06.2024  
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 16.08.2024  
Дата публикации / Published 25.12.2024