

УДК 633.15:631.5

UDC 633.15:631.559

4.1.1 – Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)4.1.1 General farming, crop production (agricultural
sciences)**ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ
ГИБРИДА КУКУРУЗЫ ПЯТИГОРСКИЙ 400
СВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА ПОСЕВА,
ФОНА ПИТАНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ
РАСТЕНИЙ****FORMATION OF THE YIELD STRUCTURE
OF THE PYATIGORSKIY 400 SV MAIZE
HYBRID DEPENDING ON SOWING DATE, NU-
TRIENT BACKGROUND AND PLANT DENSI-
TY**Якушенко Елена Геннадьевна
аспирант

e-mail: Gerbera_25@mail.ru

*Федеральное государственное бюджетное образо-
вательное учреждение высшего образования «Ка-
бардино-Балкарский государственный аграрный
университет имени В. М. Кокова», Нальчик, Рос-
сия, 360030*Yakushenko Elena Gennadyevna
Postgraduate student

e-mail: Gerbera_25@mail.ru

*Federal State Budgetary Educational Institution of
Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrar-
ian University named after V. M. Kokov", Nalchik,
Russia, 360030*Кошукоев Мурат Владимирович
д-р с.-х. наук, профессор

e-mail: mkashukoev@gmail.com

*Федеральное государственное бюджетное образо-
вательное учреждение высшего образования «Ка-
бардино-Балкарский государственный аграрный
университет имени В. М. Кокова», Нальчик, Рос-
сия, 360030*Koshukoev Murat Vladimirovich
Doctor of Agricultural Sciences, Professor

e-mail: mkashukoev@gmail.com

*Federal State Budgetary Educational Institution of
Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrar-
ian University named after V. M. Kokov," Nalchik,
Russia, 360030*

В статье представлены результаты полевого трех-факторного опыта по изучению влияния срока посева, фона питания и густоты стояния растений на формирование структуры урожая гибрида кукурузы Пятигорский 400 СВ в почвенно-климатических условиях Ставропольского края. Исследования проведены в 2025 г. на черноземе обыкновенном в зоне достаточного увлажнения. Схема опыта включала два срока посева, три фона питания и три градации густоты стояния растений. Установлено, что по мере интенсификации фона питания в большинстве вариантов прослеживалась тенденция к улучшению основных элементов структуры урожая. Наиболее отчетливо это проявлялось по массе початка, массе зерна с початка, количеству зерен в початке и массе 1000 зерен. Наиболее благоприятные условия для формирования продуктивного початка складывались при раннем сроке посева, густоте стояния 60 тыс. растений на 1 га и применении фона питания $N_{60}P_{30}K_{30}$ в сочетании с препаратом Аппетайзер. В этом варианте отмечены максимальные значения массы початка – 183,1 г, массы зерна с початка – 149,8 г, количества зерен в початке – 747 шт. и массы 1000 зерен – 329 г. Результаты дисперсионного анализа показали, что срок посева достоверно влиял на все изученные признаки структуры урожая. Фон питания и густота стояния растений также оказывали существенное влияние на большинство показателей. Для количества зерен в початке установлена достоверность всех взаимодействий факторов, включая

The article presents the results of a three-factor field experiment aimed at studying the effects of sowing date, nutrient background, and plant density on the yield structure formation of the maize hybrid Pyatigorskiy 400 SV under the soil and climatic conditions of the Stavropol region. The study was carried out in 2025 on ordinary chernozem in an area with sufficient moisture supply. The experimental design included two sowing dates, three nutrient backgrounds, and three plant density levels. It was found that, as the nutrient background intensified, most treatment combinations showed a tendency toward improvement in the main yield structure traits. This pattern was most clearly expressed in ear weight, grain weight per ear, number of grains per ear, and 1000-grain weight. The most favorable conditions for the formation of a productive ear were observed under the early sowing date, plant density of 60 thousand plants per hectare, and application of $N_{60}P_{30}K_{30}$ combined with Appetizer. In this treatment, the maximum values were recorded for ear weight (183.1 g), grain weight per ear (149.8 g), number of grains per ear (747), and 1000-grain weight (329 g). The analysis of variance showed that sowing date significantly affected all studied traits of yield structure. Nutrient background and plant density also had a significant effect on most parameters. For the number of grains per ear, all factor interactions, including the three-way interaction, were significant. The obtained results indicate the need for integrated optimization of maize cultivation practices to ensure a more complete realization of the productivity potential of the hybrid

тройное взаимодействие. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости комплексной оптимизации элементов технологии возделывания кукурузы для более полной реализации продукционного потенциала гибрида

Ключевые слова: КУКУРУЗА, ГИБРИД ПЯТИГОРСКИЙ 400 СВ, СТРУКТУРА УРОЖАЯ, СРОК ПОСЕВА, ФОН ПИТАНИЯ, ГУСТОТА СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ, МАССА ПОЧАТКА, МАССА 1000 ЗЕРЕН

Keywords: MAIZE, PYATIGORSKIY 400 SV HYBRID, YIELD STRUCTURE, SOWING DATE, NUTRIENT BACKGROUND, PLANT DENSITY, EAR WEIGHT, 1000-GRAIN WEIGHT

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-219-038>

Введение. В исследованиях сроки сева и густота стояния растений рассматриваются как ключевые элементы технологии возделывания кукурузы на зерно, определяющие полноту всходов, продолжительность межфазных периодов, формирование листовой поверхности, структуру урожая и его величину. При этом большинство авторов подчеркивают, что оптимальные параметры этих приемов не являются универсальными и должны устанавливаться с учетом почвенно-климатических условий зоны, группы спелости гибрида и уровня влагообеспеченности посевов [1–4].

Анализ опубликованных данных показывает, что в большинстве регионов России преимущество имеют ранние или оптимальные сроки сева, тогда как запаздывание с посевом чаще приводит к снижению урожайности и ухудшению показателей качества зерна

Цель исследований – изучить влияние сроков сева, фона питания и густоты стояния растений на формирование структуры урожая гибрида кукурузы Пятигорский 400 СВ.

Методика исследования. Исследования по изучению влияния сроков посева, схемы питания и густоты стояния растений на урожайность гибрида кукурузы проводились в почвенно-экологических условиях Ставропольского края, в зоне достаточного увлажнения в 2025 г. в полевом трехфакторном опыте согласно «Методические указания по проведению полевых опытов с кукурузой» [5]. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, мощный, малогумусный, тяжелосуглинистый. Объект исследований – среднепоздний простой гибрид Пятигорский 400 СВ.

<http://ej.kubagro.ru/2026/05/pdf/38.pdf>

Опыт представлен следующими факторами:

фактор А – срок сева (2 уровня): 1 срок (ранний); 2 срок (оптимальный);

фактор В – фон питания (3 уровня): 1. Контроль; 2. $N_{60}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{60}P_{30}K_{30}$ +Аппетайзер;

фактор С – густота стояния (3 уровня): 1. 50 тыс./га; 2. 60 тыс./га; 3. 70 тыс./га.

Длина учетной делянки 7 метров, ширина 5,6 метров, количество рядов – 8. Площадь учетной делянки одной повторности составляет 39,2 м², сев проводился сеялкой Gaspardo MTR-8 с междурядьем 0,7 м с густотой стояния 83 тыс. шт./га. После появления всходов в фазе 2–3 листьев формировали густоту стояния растений гибрида 50, 60 и 70 тыс. шт. на 1 га. Сев кукурузы проводился: ранний срок – 15 апреля, оптимальный срок – 29 апреля.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа трёхфакторного полевого опыта по Б. А. Доспехову. Оценивали влияние факторов: А – срок посева, В – фон питания, С – густота стояния растений, а также их взаимодействий. В таблицах элементы структуры урожая представлены как среднее арифметическое из четырёх повторений ($M \pm SEM$), где SEM – стандартная ошибка среднего. Достоверность различий между средними оценивали по $НСР_{05}$.

Результаты и обсуждение. Формирование структуры урожая гибрида кукурузы Пятигорский 400 СВ определялось совокупным действием изучаемых агроприемов, причем по мере интенсификации фона питания в большинстве случаев прослеживалась устойчивая тенденция к улучшению основных элементов продуктивности початка. Наиболее отчетливо эта закономерность проявлялась по массе початка, массе зерна с початка, количеству зерен в початке и массе 1000 зерен, тогда как выход зерна с початка изменялся в меньшей степени (табл.).

Таблица. СТРУКТУРА УРОЖАЯ ГИБРИДА КУКУРУЗЫ ПЯТИГОРСКИЙ 400 СВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗУЧАЕМЫХ АГРОПРИЕМОМ, 2025 г.

Вариант опыта		Масса початка, г	Масса зерна с початка, г	Выход зерна с початка, %	Количество зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, г
фон питания	густота стояния, тыс. шт./га					
1 срок						
Контроль	50	156,5±2,65	130,8±4,33	83,6±3,00	674±3,54	292,0±1,87
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		162,5±4,40	131,3±2,68	81,0±2,70	701±2,94	305,0±1,29
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + Аппетайзер		163,8±3,06	136,6±2,55	83,4±0,15	714±3,24	309,0±1,78
Контроль	60	170,1±6,84	138,4±6,06	81,3±3,31	705±2,80	314,0±1,22
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		171,5±1,50	143,2±1,85	83,5±0,95	723±3,29	323,0±1,35
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + Аппетайзер		183,1±1,37	149,8±1,34	81,8±0,56	747±3,34	329,0±1,08
Контроль	70	122,9±1,58	99,8±0,92	81,2±0,72	674±2,90	297,0±2,16
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		133,2±1,93	110,0±1,90	82,6±0,60	702±5,24	310,0±1,47
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + Аппетайзер		136,4±3,31	111,6±2,67	81,8±0,87	711±6,76	315,0±1,96
2 срок						
Контроль	50	128,4±3,10	109,6±2,98	85,4±0,94	529±3,49	241,0±1,08
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		133,3±1,58	110,8±1,33	83,1±1,23	601±4,42	253,0±1,96
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + Аппетайзер		133,5±1,46	113,6±1,49	85,1±1,22	616±5,96	259,0±0,82
Контроль	60	135,8±2,38	118,3±1,19	87,1±0,56	657±3,85	283,0±1,47
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		140,8±1,05	117,3±1,80	83,3±1,89	697±4,60	290,0±0,71
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + Аппетайзер		143,2±1,88	123,0±1,95	85,9±1,57	713±4,92	296,0±2,04
Контроль	70	100,8±1,87	84,6±1,70	83,9±0,89	576±2,74	222,0±2,04
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		103,4±0,76	87,7±0,58	84,8±0,63	652±1,58	240,0±0,71
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + Аппетайзер		107,1±1,91	91,1±1,52	85,1±0,91	665±2,68	249,0±1,08
НСР ₀₅ А		2,61	2,36	1,23	3,78	1,44
НСР ₀₅ В		3,20	2,89	1,51	4,63	1,77
НСР ₀₅ С		3,20	2,89	1,51	4,63	1,77
НСР ₀₅ АВ		4,53	4,08	2,13	6,54	2,50
НСР ₀₅ АС		4,53	4,08	2,13	6,54	2,50
НСР ₀₅ ВС		5,54	5,00	2,61	8,01	3,06
НСР ₀₅ АВС		7,84	7,07	3,69	11,33	4,32

Так, при первом сроке посева и густоте стояния 50 тыс. растений на 1 га в контрольном варианте масса початка составляла 156,5 г, масса зерна с початка – 130,8 г, выход зерна – 83,6%, количество зерен в початке – 674 шт., масса 1000 зерен – 292 г. По мере интенсификации фона питания до $N_{60}P_{30}K_{30}$ эти показатели изменялись до 162,5 г, 131,3 г, 80,8%, 701 шт. и 305 г, что соответствовало увеличению относительно контроля на 3,8; 0,4; 4,0 и 4,5% соответственно при снижении выхода зерна на 3,3%. Дальнейшее усиление фона питания за счет сочетания $N_{60}P_{30}K_{30}$ с препаратом Аппетайзер сопровождалось повышением массы початка до 163,8 г, массы зерна с початка до 136,6 г, количества зерен в початке до 714 шт. и массы 1000 зерен до 309 г, что превышало контрольный уровень на 4,7; 4,4; 5,9 и 5,8% соответственно, тогда как выход зерна с початка оставался практически стабильным и составлял 83,4%.

Аналогичная направленность изменений отмечена и при густоте стояния 60 тыс. растений на 1 га, где в целом были сформированы наиболее высокие значения большинства признаков. В контрольном варианте первого срока посева масса початка составляла 170,1 г, масса зерна с початка – 138,4 г, выход зерна – 81,4%, количество зерен в початке – 705 шт., масса 1000 зерен – 314 г. На фоне $N_{60}P_{30}K_{30}$ прослеживалась тенденция к дальнейшему увеличению массы початка до 171,5 г, массы зерна с початка до 143,2 г, количества зерен в початке до 723 шт. и массы 1000 зерен до 323 г, что обеспечивало прибавку к контролю на 0,8; 3,5; 2,6 и 2,9% соответственно; выход зерна возрастал до 83,5%, или на 2,6%. Наибольший отклик отмечен при применении $N_{60}P_{30}K_{30}$ + Аппетайзер, где масса початка достигала 183,1 г, масса зерна с початка – 149,8 г, количество зерен в початке – 747 шт., масса 1000 зерен – 329 г, что было выше контроля на 7,6; 8,2; 6,0 и 4,8% соответственно. По существу, именно данное сочетание агроприемов обеспечило наиболее полную реализацию продукционного потенциала гибрида.

При загущении посевов до 70 тыс. растений на 1 га, несмотря на сохранение положительной реакции на улучшение питания, абсолютные значения показателей структуры урожая снижались. Так, в условиях первого срока посева в контрольном варианте масса початка составляла 122,9 г, масса зерна с початка – 99,8 г, выход зерна – 81,2%, количество зерен в початке – 674 шт., масса 1000 зерен – 297 г. На фоне $N_{60}P_{30}K_{30}$ они возрастали соответственно до 133,2 г, 110,0 г, 82,6%, 702 шт. и 310 г, что соответствовало прибавке 8,4; 10,2; 1,7; 4,2 и 4,4%. При внесении $N_{60}P_{30}K_{30}$ + Аппетайзер тенденция к улучшению сохранялась: масса початка возрастала до 136,4 г, масса зерна с початка – до 111,6 г, количество зерен в початке – до 711 шт., масса 1000 зерен – до 315 г, что превышало контроль на 11,0; 11,8; 5,5 и 6,1% соответственно, а выход зерна с початка увеличивался до 81,8%, или на 0,7%. Следовательно, по мере повышения густоты стояния растений до 70 тыс. шт./га эффективность удобрений сохранялась, однако общий уровень реализации продуктивности початка снижался, что, по-видимому, связано с усилением внутривидовой конкуренции.

При втором сроке посева отмечено общее уменьшение большинства показателей структуры урожая по сравнению с первым сроком, однако характер действия изучаемых факторов в целом сохранялся. Так, при густоте стояния 50 тыс. растений на 1 га в контроле масса початка составляла 128,4 г, масса зерна с початка – 109,6 г, выход зерна – 85,4%, количество зерен в початке – 529 шт., масса 1000 зерен – 241 г. На фоне $N_{60}P_{30}K_{30}$ значения возрастали до 133,3 г, 110,8 г, 83,1%, 601 шт. и 253 г, что обеспечивало прибавку по массе початка на 3,8%, по массе зерна с початка – на 1,1%, по количеству зерен в початке – на 13,6%, по массе 1000 зерен – на 5,0%, при снижении выхода зерна на 2,7%. При применении $N_{60}P_{30}K_{30}$ + Аппетайзер масса початка достигала 133,5 г, масса зерна с початка – 113,6 г, количество зерен в початке – 616 шт., масса 1000 зерен – 259 г, что превышало контроль на 4,0; 3,6; 16,4 и 7,5% соответственно, тогда как вы-

ход зерна практически не отличался от контрольного уровня и составлял 85,1%.

Сходная закономерность установлена и при густоте 60 тыс. растений на 1 га второго срока посева. В контрольном варианте масса початка составляла 135,8 г, масса зерна с початка – 118,3 г, выход зерна – 87,1%, количество зерен в початке – 657 шт., масса 1000 зерен – 283 г. По мере интенсификации фона питания до $N_{60}P_{30}K_{30}$ масса початка возрастала до 140,8 г, количество зерен в початке – до 697 шт., масса 1000 зерен – до 290 г, что было выше контроля на 3,7; 6,1 и 2,5% соответственно, однако масса зерна с початка несколько снижалась и составляла 117,3 г, а выход зерна уменьшался до 83,3%. На фоне $N_{60}P_{30}K_{30}$ + Аппетайзер показатели вновь улучшались: масса початка достигала 143,2 г, масса зерна с початка – 123,0 г, количество зерен в початке – 713 шт., масса 1000 зерен – 296 г, что превышало контроль на 5,4; 4,0; 8,5 и 4,6% соответственно; выход зерна составлял 85,9%, оставаясь лишь незначительно ниже контрольного значения. При втором сроке посева и густоте 70 тыс. растений на 1 га были получены минимальные абсолютные значения структуры урожая: в контроле масса початка составляла 100,8 г, масса зерна с початка – 84,6 г, выход зерна – 83,9%, количество зерен – 576 шт., масса 1000 зерен – 222 г. Внесение $N_{60}P_{30}K_{30}$ обеспечивало повышение соответствующих показателей до 103,4 г, 87,7 г, 84,8%, 652 шт. и 240 г, или на 2,6; 3,7; 1,1; 13,2 и 8,1% выше контроля, тогда как применение $N_{60}P_{30}K_{30}$ + Аппетайзер сопровождалось ростом до 107,1 г, 91,1 г, 85,1%, 665 шт. и 249 г, что превышало контроль соответственно на 6,3; 7,7; 1,4; 15,5 и 12,2%.

Результаты статистической обработки подтвердили выявленные закономерности. Установлено, что срок посева оказывал достоверное влияние на все изученные признаки структуры урожая, причем его действие было особенно выраженным по массе 1000 зерен, количеству зерен в початке, массе початка и массе зерна с початка. Фон питания достоверно

влиять на массу початка, массу зерна с початка, количество зерен в початке и массу 1000 зерен, тогда как по выходу зерна с початка его влияние статистически не подтвердилось. Густота стояния растений также достоверно изменяла массу початка, массу зерна с початка, количество зерен в початке и массу 1000 зерен, но не оказывала существенного действия на выход зерна. Из взаимодействий факторов наиболее заметное значение имели сочетания срока посева и густоты стояния по массе початка, а также особенно выраженное совместное действие факторов по количеству зерен в початке и массе 1000 зерен. Для количества зерен в початке установлена достоверность всех взаимодействий, включая тройное, что свидетельствует о высокой чувствительности данного признака к конкретному сочетанию агротехнических приемов. В целом это указывает на то, что изменение структуры урожая определялось не только изолированным действием отдельных факторов, но и особенностями их совместного проявления в конкретных условиях опыта.

Выводы. Результаты исследований позволяют заключить, что по мере интенсификации фона питания в большинстве случаев происходило улучшение основных элементов структуры урожая, однако степень проявления эффекта зависела от срока посева и густоты стояния растений. Наиболее благоприятное сочетание условий для формирования продуктивного початка складывалось при раннем сроке посева, густоте 60 тыс. растений на 1 га и применении фона питания $N_{60}P_{30}K_{30}$ в сочетании с препаратом Аппетайзер, где наибольший отклик отмечен по массе початка, массе зерна с початка, количеству зерен в початке и массе 1000 зерен.

Список литературы

1. Потапов А. П., Пашнин А. И., Пивоваров И. В. Влияние сроков сева и норм высева на продуктивность среднеранних гибридов кукурузы // Символ науки. – 2016. – № 11-2(23). – С. 25–27.
2. Мингалев С. К. Влияние густоты стояния, срока посева и приемов ухода на продуктивность гибридов кукурузы в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 5(172). – С. 38–43.
3. Шмалько И. А., Багринцева В. Н. Густота стояния растений – один из основных факторов высокой урожайности гибридов кукурузы // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 21–23. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10106
4. Сотченко Ю. В., Галговская Л. А., Теркина О. В. Результаты изучения экологической адаптивности новых среднеспелых и среднепоздних гибридов кукурузы // Кукуруза и сорго. – 2021. – № 1. – С. 25–30.
5. Влияние нормы высева на урожайность и качество гибридов кукурузы оригинатора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы» / В. В. Дридигер, А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова, А. С. Войтов, М. В. Ряшенцева // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2022. – № 4(48). – С. 25–29.
6. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. – Днепропетровск: Городская типография, 1980. – 54 с.

References

1. Potapov A.P., Pashnin A.I., Pivovarov I.V. Vliyanie srokov seva i norm vyseva na produktivnost' srednerannikh gibrinov kukuruzy [The effect of sowing dates and seeding rates on the productivity of mid-early corn hybrids]. *Simvol nauki*. 2016;(11-2):25–27.
2. Mingalev S.K. Vliyanie gustoty stoyaniya, sroka poseva i priemov ukhoda na produktivnost' gibrinov kukuruzy v usloviyakh Srednego Urala [Influence of stand density, sowing time, and care practices on the productivity of corn hybrids in the Middle Urals]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2018;(5):38–43.
3. Shmal'ko I.A., Bagrintseva V.N. Gustota stoyaniya rasteniy – odin iz osnovnykh faktorov vysokoy urozhaynosti gibrinov kukuruzy [Plant density is one of the main factors in high yields of corn hybrids]. *Zemledelie*. 2019;(1):21–23. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10106
4. Sotchenko Yu.V., Galgovskaya L.A., Terkina O.V. Rezul'taty izucheniya ekologicheskoy adaptivnosti novykh srednespelykh i srednepozdnykh gibrinov kukuruzy [Results of studying the ecological adaptability of new mid-season and mid-late corn hybrids]. *Kukuruza i sorgo*. 2021;(1):25–30.
5. Dridiger V.V., Esaulko A.N., Ozheredova A.Yu., Voytov A.S., Ryashentseva M.V. Vliyanie normy vyseva na urozhaynost' i kachestvo gibrinov kukuruzy [The effect of seeding rate on the yield and quality of maize hybrids developed by the All-Russian Research Institute of Maize]. *Agrarnyy vestnik Severnogo Kavkaza*. 2022;(4):25–29.
6. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh opytov s kukuruzoy [Guidelines for conducting field experiments with corn]. Dnepropetrovsk: Gorodskaya tipografiya; 1980. 54 p.