

# ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**МОИСЕЕВ Анатолий Андреевич**, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

**СИДОРОВ Алексей Владимирович**, Государственный Центр агрохимической службы «Мордовский»

**ИВОЙЛОВ Александр Васильевич**, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

*Представлены результаты исследований влияния густоты стояния растений и различных доз минеральных удобрений на формирование урожайности зерна раннеспелого гибрида кукурузы на темно-серой лесной среднесуглинистой почве. Установлено, что с увеличением густоты посевов снижались показатели структуры урожая зерна – масса зерна одного початка и количество зерен на один початок, а также масса 1 000 зерен. Применение удобрений повышало массу зерна с початка на 55,0–84,4 %, озерненность початка – на 24,9–40,9 %, абсолютную массу зерна – на 23,1–31,8 % по сравнению с вариантами без удобрений. При этом лучшие показатели получены при внесении N90 и N120 в составе NPK. Внесение минеральных удобрений увеличивало урожайность зерна, в среднем по вариантам, на 76,4–112,8 % по отношению к контролю (2,97 т/га). Наибольшую прибавку обеспечило внесение N90P30K30 и N120P30K30 – 2,95 и 3,35 т/га. Самая высокая эффективность удобрений отмечена на фоне с густотой стояния 65 тыс. раст./га – прирост относительно контроля 80,1–121,5 %.*

**Введение.** Производство зерна кукурузы – наиболее динамично развивающееся направление отрасли растениеводства Российской Федерации. В условиях северной части лесостепи Среднего Поволжья зерновая технология возделывания кукурузы в первую очередь призвана обеспечить высокоэнергетическим фуражным зерном отрасли животноводства. Общеизвестно, что зерно кукурузы является основным и незаменимым компонентом комбикормов для всех видов животных и птицы [13, 20].

В адаптивных технологиях возделывания кукурузы наиболее эффективными приемами регулирования продуктивности культуры являются применение рациональных доз минеральных удобрений. Исследованиями в различных почвенно-климатических зонах установлена высокая эффективность применения под зерновую кукурузу полного минерального удобрения [5, 9–12, 15]. По мнению ряда исследователей, важным условием эффективного применения минеральных удобрений под кукурузу является не только суммарная доза внесенного удобрения, но и соотношение в нем питательных веществ. Основным элементом, определяющим уровень продуктивности посевов кукурузы, является азот. Оптимизация азотного питания оказывает действенное влияние на рост и развитие растений кукурузы, формирование генеративных органов, на структуру, величину урожая зерна и его качество [6, 9, 15, 18, 20, 21].

Не менее важная роль в регулировании продуктивности кукурузы отводится созданию опти-

мальной густоты стояния растений. Современные гибриды кукурузы реализуют свой генетический потенциал при оптимальном сочетании высокой продуктивности отдельного растения и максимально возможным их количеством на единице площади. Как правило, высокая продуктивность отдельного растения формируется в посевах с малой густотой стояния растений кукурузы, но при недостаточном их количестве на единице площади общая продуктивность посева может значительно снижаться [3, 16]. Ряд исследователей отмечает, что продуктивность посевов кукурузы возрастает при повышении густоты стояния растений до какого-то определенного (оптимального) уровня, после которого загущение посевов вызывает уменьшение продуктивности агроценоза культуры [14, 17]. В загущенных посевах увеличивается разрыв между цветением метелки и початка, что отрицательно влияет на оплодотворение и вызывает череззерницу, задерживается развитие початка, формирование и налив зерновки и т. д. [15].

Урожайность зерна гибридов кукурузы тесно сопряжена с основными элементами структуры урожая: числом растений на единице площади, числом развитых (продуктивных) початков на одном растении и массой зерна одного початка [7, 20]. Оптимизацией условий минерального питания и площади питания растений кукурузы можно способствовать развитию крупного початка с большим числом зерен и высокой их абсолютной массой [1, 2, 11, 12, 20].





Таким образом, важными факторами формирования и регулирования урожайности зерна кукурузы являются минеральные удобрения и густота стояния растений кукурузы, а также их взаимное влияние. Взаимосвязь между эффективностью минеральных удобрений и густотой стояния растений кукурузы имеет неоднозначный характер и зависит от сложного комплекса природных и технологических факторов почвенно-климатической зоны возделывания культуры [12, 17].

Цель исследований – оценка действия минеральных удобрений и густоты стояния растений на формирование элементов структуры и величину урожая зерна кукурузы на темно-серой лесной почве в условиях северной части лесостепной зоны Среднего Поволжья.

**Методика исследований.** Исследования проводили в 2015–2017 гг. на темно-серой лесной среднесуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями пахотного (0–22 см) слоя:  $pH_{KCl}$  (ГОСТ 26483-85) – 5,2–5,5, гидролитическая кислотность (ГОСТ 26212-91) – 2,37–4,12 смоль/кг почвы, сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) – 19,9–21,6 смоль/кг почвы, содержание гумуса (ГОСТ 26213-91) – 3,97–5,02 %, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову, ГОСТ 26207-91) – 72–77 и 117–120 мг/кг почвы соответственно. Двухфакторный (3 × 5) полевой опыт был заложен в ООО СП «Богдановское» Старошайговского района Республики Мордовия методом рендомизированных повторений в трехкратной повторности в соответствии с общепринятыми методиками [4, 8] по следующей схеме: фактор А – густота стояния растений: 1 – 50 тыс. шт./га, 2 – 65 тыс. шт./га, 3 – 80 тыс. шт./га; фактор Б – применение удобрений: 1 – без удобрений (контроль), 2 – N90, 3 – N60P30K30, 4 – N90P30K30, 5 – N120P30K30. Удобрения в форме Naа и АЗФК (15 : 15 : 15) вносили вручную согласно схеме опыта весной под первую культивацию. Выбор указанных доз удобрений был обусловлен ранее проведенными исследованиями, которые в условиях Республики Мордовия показали определяющую роль азота в формировании продуктивности кукурузы [2]. Посевная площадь делянки 1-го порядка составляла 140 м<sup>2</sup> (14,0 × 10,0 м), 2-го – 28 м<sup>2</sup> (2,8 × 10,0 м), учетная площадь – 10 м<sup>2</sup> (1,4 × 7,15 м). Густоту стояния растений в вариантах опыта формировали в фазе полных всходов. Кукурузу возделывали в севообороте занятый пар–озимая пшеница–яровой ячмень–кукуруза. Объектом настоящего исследования служил раннеспелый модифицированный гибрид кукурузы Каскад 166 АСВ (число ФАО 170).

Агротехника в опыте рекомендованная для северной части лесостепи Среднего Поволжья [13]. Основная обработка почвы включала лущение стерни и по мере отрастания сорняков – обработку дисковыми на глубину 12–14 см. Весной проводили ранневесеннее боронование в

два следа со шлейфами и две послыйные культивации на 8–10 и 5–7 см (вторая – в день проведения сева). Посев выполняли сеялкой точного высева с междурядьями 70 см при прогревании почвы на глубине 8 см до 12–15 °С: в 2015 г. – 12 мая, в 2016 г. – 16 мая, в 2017 г. – 4 мая. Глубина заделки семян – 5–6 см (влажный слой почвы). Уход за посевами на всех делянках опыта состоял из внесения гербицида (кордус Плюс, 0,3 кг/га) против злаковых и двудольных сорняков. В баковой смеси с гербицидом применяли регулятор роста растений альбит (40 г/га) и микроэлементы в виде препарата изагриВит (0,4 л/га). Учет зерновой продуктивности проводили в фазе восковой-физиологической спелости при влажности зерна около 40 %.

Погодные условия вегетационного периода в годы проведения опыта были различными, но типичными для северной части лесостепи Среднего Поволжья. В 2015 г. в период активного роста и развития растений кукурузы (июнь–август) выпало 130 мм осадков при среднесуточной температуре воздуха 18,3 °С, набор активных (>10 °С) составил 1669°, эффективных (>15 °С) – 769°, и ГТК равнялся 0,78 (климатическая норма – 17,9 °С, 182 мм, 1670°, 895° и 1,09° соответственно). Лето 2016 г. характеризовалось как среднесуточное (ГТК = 0,62): среднесуточная температура воздуха была 20,1 °С, выпало 115 мм осадков, набор активных температур составил 1844°, эффективных – 934°. Летний период 2017 г. отличался повышенным увлажнением и недобором тепла (ГТК = 1,16): среднесуточная температура воздуха составила 17,5°, осадков выпало 186 мм, сумма активных температур составила 1602°, и эффективных – 722°. Таким образом, более благоприятные погодные условия сложились в 2015 г., а худшие – в 2017 г.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа на персональном компьютере с применением программ прикладной статистики («Stat3» и Excel 2003).

**Результаты исследований.** Одним из основных показателей структуры урожая зерна кукурузы является масса зерна одного початка. Величина данного показателя тесно сопряжена с числом зерен на одном початке и крупностью зерна – его абсолютной массой. На формирование зерна кукурузы значительное влияние оказали как метеорологические условия вегетационного периода, так и фоны минерального питания и густота стояния растений кукурузы на единице площади. В относительно благоприятных по гидротермическим условиям 2015 г. сформировались более крупные початки со средней массой полноценного зерна 105 г, в условиях недостаточного увлажнения в 2016 г. масса зерна с початка составила 94,9 г, а в условиях повышенного увлажнения и недобора тепла в 2017 г. – 61,7 г (табл. 1). Наиболее полновесные по-



чатки получили в вариантах с меньшей густотой посевов – 50 тыс. раст./га: средняя масса одного початка составила в 2015 г. – 126 г, в 2016 г. – 110 и в 2017 г. – 80,6 г. При увеличении густоты посевов отмечено существенное снижение величины данного показателя во все годы опыта: на фоне густоты стояния 65 тыс. раст./га масса зерна початка уменьшилась на 20,6 %, 10,0 и 25,9 %, а на фоне с густотой посевов 80 тыс. раст./га еще значительнее – на 29,4 %, 31,8 и 44,4 % соответственно. В вариантах без применения удобрений (контроль) получены початки с наименьшей массой зерна – в 2015 г. – 71 г, в 2016 г. – 61 и в 2017 г. – 38 г. Внесение минеральных удобрений существенно повышало массу зерна с початка, величина которой значительно варьировала в зависимости от дозы удобрения и метеорологических условий периода вегетации. Внесение азотного удобрения (N90) и полного минерального удобрения в дозе N60P30K30 было практически равноценно по влиянию на массу зерна с початка: в первом случае она увеличилась по годам исследования на 54,0–56,5 % и во втором – на 53,5–68,2 %. При увеличении дозы азота до N90 составе NPK масса зерна с початка повысилась на 63,4–81,5 %. Наиболее полновесные початки получены при внесении N120P30K30: прирост относительно контроля в 2015 г. составил 67,6 %, в 2016 г. – 84,8 и в 2017 г. – 113,2 %.

В среднем за три года исследований большее влияние на массу одного початка оказали минеральные удобрения и в меньшей мере густота стояния растений. На фоне с густотой стояния 50 тыс. раст./га масса початка была наибольшей – 106 г. При увеличении густоты посевов до 65 она снижалась на 18,6 %, а при их загущении до 80 тыс. раст./га – на 34,2 %. Внесение N90 и N60P30K30 способствовало увеличению массы зерна с початка относительно варианта без удобрений (56,4 г) на 31,0 и 33,5 г, или на 55,0 и 59,4 % соответственно. Дополнительное внесение P30K30 в составе NPK повышало массу початка на 10,9 г. Расчеты показали, что при применении N90P30K30 в общем увеличении массы початка (превышение 41,9 г) на долю азота приходилось 74,0, на долю PK- удобрений – 26 %. Наиболее полновесные початки сформировались в вариантах с внесением N120P30K30: масса зерна с початка увеличилась относительно контроля на 47,6 г, или на 84,3 %.

Следует отметить, что початки с наименьшей средней массой зерна (56,4 г) сформировались в загущенных посевах (80 тыс. раст./га) без внесения удобрений. Максимальная масса зерна одного початка была при внесении N120P30K30 на фоне с густотой 50 тыс. раст./га – 104 г.

Число зерен в одном початке также считается одним из основных элементов структуры урожая

Таблица 1

### Влияние густоты стояния растений и удобрений на массу зерна с одного початка, г

Удобрения (фактор В)	Густота, тыс.раст./га (фактор А)			Среднее по фактору В	+, – к контролю	
	50	65	80		г	%
2015 г.						
Контроль	90,1	65,9	56,1	71,0	-	-
N90	128	105	96,2	110	+ 39,0	+ 54,9
N60P30K30	130	106	89,9	109	+ 38,0	+ 53,5
N90P30K30	138	109	101	116	+ 45,0	+ 63,4
N120P30K30	143	113	101	119	+ 48,0	+ 67,6
Среднее по фактору А	126	100	89,1	105	-	-
HCP <sub>05</sub> ч. р. = 17    HCP <sub>05</sub> (А) = 8    HCP <sub>05</sub> (В) = 10    HCP <sub>05</sub> (АВ)						
2016 г.						
Контроль	74,2	61,8	45,7	60,6	-	-
N90	112	95,1	77,4	94,8	+ 34,2	+ 56,5
N60P30K30	110	104	77,8	97,3	+ 36,7	+ 60,5
N90P30K30	127	117	86,9	110	+ 49,4	+ 81,5
N120P30K30	129	118	89,3	112	+ 51,4	+ 84,8
Среднее по фактору А	110	99,2	75,4	94,9	-	-
HCP <sub>05</sub> ч. р. = 12    HCP <sub>05</sub> (А) = 5    HCP <sub>05</sub> (В, АВ) = 7						
2017 г.						
Контроль	48,7	34,5	30,2	37,8	-	-
N90	76,2	56,0	42,7	58,2	+ 20,4	+ 54,0
N60P30K30	83,8	61,0	46,2	63,6	+ 25,8	+ 68,2
N90P30K30	88,6	68,9	47,8	68,4	+ 30,6	+ 81,0
N120P30K30	106,0	80,1	55,7	80,6	+ 42,8	+ 113,2
Среднее по фактору А	80,6	60,0	44,5	61,7	-	-
HCP <sub>05</sub> ч. р. = 9    HCP <sub>05</sub> (А) = 4    HCP <sub>05</sub> (В, АВ) = 6						
Среднее за 2015–2017 гг.						
Контроль	71,0	54,3	44,0	56,4	-	-
N90	105	85,3	72,0	87,4	+ 31,0	+ 55,0
N60P30K30	108	90,3	71,3	89,9	+ 33,5	+ 59,4
N90P30K30	118	98,3	78,7	98,3	+ 41,9	+ 74,3
N120P30K30	126	104	82,0	104	+ 47,6	+ 84,4
Среднее по фактору А	106	86,3	69,7	87,2	-	-



зерна кукурузы. Исследованиями установлено, что на формирование полноценных зерен в початке определенное влияние оказали густота посевов, дозы удобрений и гидротермические условия летнего периода в годы проведения опытов (табл. 2). Так, в 2015 г. в среднем на один початок насчитывалось 428 полноценных зерен, в 2016 г. – 405 шт. и в 2017 г. – 346 шт.

На фоне с густотой стояния 50 тыс. раст./га, независимо от дозы удобрения, отмечено наибольшее число полноценных зерен в среднем на один початок: в 2015 г. их насчитывалось 479 шт., в 2016 г. – 452 и в 2017 г. – 406 шт. Увеличение густоты посевов до 65 и 80 тыс. раст./га снижало озерненность початка по годам исследования на 11,2 %, 4,9 и 17,5 и 19,2, 26,3 и 26,4 % соответственно.

Выявлено, что влияние минеральных удобрений на число зерен в початке в некоторой степени определялось погодными условиями вегетационного периода. Так, внесение N90 и N60P30K30 способствовало увеличению числа зерен в годы исследований на 20,8–29,3 и 24,8–30,0 % соответственно по отношению к варианту без удобрения. Внесение N90P30K30 и N120P30K30 повышало озерненность початка по сравнению с контролем более значительно – на 33,9–36,7 и 37,0–49,2 % соответственно.

Анализ средних за три года результатов исследований показал, что на озерненность початка раннеспелого гибрида кукурузы значительное

действие оказало внесение удобрений и в меньшей степени густота стояния растений. Увеличение густоты стояния с 50 тыс. раст./га до 65 и 80 тыс. раст./га, независимо от фона минерального питания, способствовало уменьшению числа полноценных зерен в початке в среднем на 11,0 и 23,6 % соответственно. Наиболее значительное снижение отмечено в контрольном варианте – на 17,4 и 29,8 %. Применение минеральных удобрений способствовало снижению отрицательного действия загущения посевов на формирование зерен в початке. Внесение под первую весеннюю культивацию N90, N60P30K30 и N90P30K30 увеличивало число зерен в початке по сравнению с контролем (313 шт.) на 24,9 %, 27,8 и 34,8 % соответственно.

Расчеты показали, что дополнительное внесение РК-удобрения в составе N90P30K30 способствовало повышению числа зерен в початке на 31 шт. При этом доля азота в общем объеме прироста количества зерен в початке (109 шт.) составляет 71,6 % и РК-удобрения – 28,4 %. Наибольшее число полноценных зерен в початке насчитывалось при внесении N120P30K30 – в среднем по варианту 441 шт., это больше по сравнению с контролем на 40,9 %. Следует отметить, что положительное влияние минеральных удобрений на озерненность початков более значительно проявилось в посевах с большей густотой стояния растений.

Таблица 2

Влияние густоты стояния растений и удобрений на количество зерен в початке, шт.

Удобрения (фактор В)	Густота, тыс./га (фактор А)			Среднее по фактору В	+, – к контролю	
	50	65	80		г	%
2015 г.						
Контроль	409	323	282	338	–	–
N90	471	434	405	437	+ 99	29,3
N60P30K30	488	440	390	439	+ 101	30,0
N90P30K30	511	444	432	462	+ 124	36,7
N120P30K30	516	454	424	465	+ 127	37,6
Среднее по фактору А	479	423	387	428	–	–
HCP <sub>05</sub> ч. р. = 55    HCP <sub>05</sub> (А) = 24    HCP <sub>05</sub> (В) = 31						
2016 г.						
Контроль	389	335	256	327	–	–
N90	455	426	333	405	+ 78	+ 23,9
N60P30K30	451	442	331	408	+ 81	+ 24,8
N90P30K30	483	464	367	438	+ 111	+ 33,9
N120P30K30	480	485	380	448	+ 121	+ 37,0
Среднее по фактору А	452	430	333	405	–	–
HCP <sub>05</sub> ч. р. = 20    HCP <sub>05</sub> (В) = 7    HCP <sub>05</sub> (В, АВ) = 9						
2017 г.						
Контроль	319	260	244	274	–	–
N90	383	320	293	331	+ 57	+ 20,8
N60P30K30	415	335	307	351	+ 77	+ 28,1
N90P30K30	426	362	314	367	+ 93	+ 34,0
N120P30K30	489	399	339	409	+ 135	+ 49,2
Среднее по фактору А	406	335	299	346	–	–
HCP <sub>05</sub> ч. р. = 21    HCP <sub>05</sub> (А) = 7    HCP <sub>05</sub> (В, АВ) = 10						
Среднее за 2015–2017 гг.						
Контроль	372	306	261	313	–	–
N90	436	393	344	391	+ 78	+ 24,9
N60P30K30	451	406	343	400	+ 87	+ 27,8
N90P30K30	473	423	371	422	+ 109	+ 34,8
N120P30K30	495	446	381	441	+ 128	+ 40,9
Среднее по фактору А	445	396	340	394	–	–



Важным качественным показателем является масса 1 000 зерен, который влияет как на элементы структуры урожая зерна кукурузы, так и на его величину. В исследованиях на формирование абсолютной массы зерна раннеспелого гибрида кукурузы оказывали влияние фоны минерального питания, разная густота посевов и погодные условия вегетационного периода (табл. 3).

В опыте 2015 г. получено зерно со средней абсолютной массой 241 г, а в 2016 г. она была меньше на 11 и в 2017 г. – на 68 г. В вариантах с густотой стояния 50 тыс. раст./га масса 1 000 зерен была наибольшей и варьировала в годы исследований в интервале 195–261 г. С увеличением густоты посевов до 65 и 80 тыс. раст./га абсолютная масса зерна снижалась в годы исследования на 7,0–9,7 и 7,9–24,6 % и изменялась в интервале 176–236 и 147–223 г. соответственно. Внесение N90 и N60P30K30 были практически равнозначны по влиянию и способствовали увеличению массы 1 000 зерен соответственно на 20,8–28,0 и 18,8–30,8 % относительно контроля. С улучшением азотного питания растений отмечено более значительное увеличение абсолютной массы зерна. Наибольший прирост обеспечило внесение N120P30K30 – 26,1–43,0 % к фону без удобрений.

В среднем за годы исследований наиболее полновесное зерно с абсолютной массой 234 г получено в посевах с густотой 50 тыс. раст./га. С увеличением густоты стояния до 65 и 80 тыс. раст./га отмечено снижение массы 1 000 зерен соответственно на 9,4 и 15,0 %, причем оно мало различалось по фонам минерального питания. Внесение N90 и N60P30K30 увеличивало абсолютную массу зерна на 23,1 и 25,4 % соответственно. Дополнительное внесение P30K30 повышало массу зерновки на 10 г. При этом доля азота в общем приросте массы 1 000 зерен (51 г) составил 89,4 % и КР-удобрения – 19,6 %. Зерно с наибольшей абсолютной массой сформировалось на фоне внесения N120P30K30, в среднем 232 г, что превышает неубоженные варианты на 31,8 %.

Трехлетними исследованиями установлено, что на урожайность зерна раннеспелого гибрида кукурузы значительное влияние оказали погодные условия периода вегетации, внесение удобрений и густота стояния растений (табл. 4). Так, в относительно благоприятном для кукурузы по гидротермическим условиям в 2015 г. (ГТК за июнь–август = 0,78) урожайность была наибольшей – 6,66 т/га. В 2016 г. при недостаточном увлажнении (ГТК за июнь–август = 0,62) сбор зерна составил 5,25 т/га. В условиях повышенного увлажнения и недобора тепла в первую половину вегетации 2017 г. (ГТК за июнь–август = 1,16) получена низкая урожайность зерна – 3,58 т/га. Влияние гидротермических условий на продуктивность кукурузы проявилось на всех фонах минерального питания и густоты стояния растений.

Анализ средних данных за три года опыта позволяет утверждать, что применение удоб-

рений является фактором определяющим рост продуктивности кукурузы на темно-серых лесных почвах, а влияние густоты стояния растений было менее значимым. Урожайность зерна при густоте стояния 50 и 65 тыс. раст./га практически не различалась, в среднем по вариантам составила 5,22 и 5,33 т/га соответственно. При загущении посевов до 80 тыс. раст./га отмечена тенденция снижения урожая, в среднем на 0,26 т/га относительно фона с густотой стояния 50 тыс. раст./га. Наиболее значительно оно проявилось при внесении полного минерального удобрения – снижение на 0,33–0,42 т/га. Внесение N90 и N60P30K30 увеличивало урожайность зерна на 71,6–80,1 и 76,9–89,2 %, по сравнению с неубоженными вариантами, причем наиболее значительно на фоне с густотой стояния 65 тыс. раст./га. При внесении N90P30K30 прирост урожайности в среднем по варианту составил 2,95 т/га, в том числе от РК-туков – 0,68 т/га. В данном варианте внесение азотного удобрения обеспечило 77,0 % общей прибавки урожая зерна, фосфорно-калийного удобрения – только 23,0 %. Внесение N120P30K30 обеспечило наибольший рост урожайности относительно контрольного варианта – на 3,08–3,61 т/га, или на 106,2–121,5 %.

Следует отметить, что применение удобрений наиболее эффективно на фоне с густой стояния 65 тыс. раст./га. Исследованиями установлена неоднозначная реакция раннеспелого гибрида кукурузы на внесение удобрений под первую весеннюю культивацию в зависимости от густоты стояния растений. Так, в неубоженных вариантах наибольший урожай зерна получен при густоте посевов 50 тыс. раст./га, а при внесении минеральных удобрений – на фоне с густотой стояния 65 тыс. раст./га.

**Заключение.** Минеральные удобрения существенно улучшали показатели структуры урожая зерна кукурузы: отмечено увеличение массы зерна с початка и числа зерен в початке, а также массы 1 000 зерен. Лучшие показатели получены в посевах с густотой стояния 50 тыс. раст./га.

На темно-серой лесной среднесуглинистой почве внесение минеральных удобрений повышало сбор зерна раннеспелого гибрида кукурузы за три года исследования на 76,4–112,8 % по сравнению с контролем (2,97 т/га). Максимальный урожай зерна (6,32 т/га) получен при внесении N120P30K30. Без внесения удобрений наибольший сбор зерна получен на фоне с густотой стояния 50, при их применении – 65 тыс. раст./га.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багринцева В.Н. Образование початков и урожайность кукурузы в зависимости от условий выращивания // Кормопроизводство. – 2014. – № 11. – С. 22–26.
2. Власов П.Н., Моисеев А.А., Ивойлов А.В. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна кукурузы в лесостепи Среднего Поволжья // Научная жизнь. – 2016. – № 3. – С. 113–124.

## Влияние густоты стояния растений и удобрений на массу 1 000 зерен, г

Удобрения (фактор В)	Густота, тыс. раст./га (фактор А)			Среднее по фактору В	+, - к контролю	
	50	65	80		г	%
2015 г.						
Контроль	220	204	198	207	-	-
N90	272	242	237	250	+ 43	20,8
N60P30K30	266	241	231	246	+ 39	18,8
N90P30K30	270	245	234	250	+ 43	20,8
N120P30K30	277	249	238	255	+ 48	23,1
Среднее по фактору А	261	236	228	241		
HCP <sub>05</sub> ч. р. = 33    HCP <sub>05</sub> (А) = 15    HCP <sub>05</sub> (В) = 19						
2016 г.						
Контроль	190	185	179	185	-	-
N90	246	223	231	233	+ 48	25,9
N60P30K30	244	235	236	238	+ 53	28,6
N90P30K30	263	237	237	246	+ 61	33,0
N120P30K30	269	243	234	249	+ 64	34,6
Среднее по фактору А	242	225	223	230		
HCP <sub>05</sub> ч. р. = 23    HCP <sub>05</sub> (А) = 10    HCP <sub>05</sub> (В) = 13						
2017 г.						
Контроль	153	133	124	136	-	-
N90	199	175	146	174	+ 38	28,0
N60P30K30	202	182	150	178	+ 42	30,8
N90P30K30	208	190	157	184	+ 48	35,3
N120P30K30	217	202	164	194	+ 58	43,0
Среднее по фактору А	195	176	147	173	-	-
HCP <sub>05</sub> ч. р. = 19    HCP <sub>05</sub> (А) = 8    HCP <sub>05</sub> (В, АВ) = 11						
Среднее за 2015-2017 гг.						
Контроль	188	174	167	176	-	-
N90	239	213	198	217	41	23,1
N60P30K30	237	219	206	221	45	25,4
N90P30K30	247	224	209	227	51	29,0
N120P30K30	254	231	212	232	56	31,8
Среднее по фактору А	234	212	199	215	-	-

Таблица 4

## Влияние густоты стояния растений и удобрений на урожайность зерна кукурузы, т/га

Вариант		Урожайность				Отклонения	
Густота, (фактор А)	Удобрения, (фактор В)	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	от густоты (А)	от удобрений (В)
50 тыс. раст./га	Без удобрений (контроль)	4,07	2,79	2,22	3,03	-	-
	N90	6,80	5,14	3,66	5,20		+ 2,17
	N60P30K30	7,18	5,31	4,00	5,50		+ 2,47
	N90P30K30	7,55	5,97	4,38	5,97		+ 2,94
	N120P30K30	8,08	6,03	5,08	6,40		+ 3,37
	Среднее для фактора А	6,74	5,05	3,87	5,22		+ 2,74
65 тыс. раст./га	Без удобрений (контроль)	4,22	2,61	2,08	2,97	- 0,06	-
	N90	7,02	5,54	3,49	5,35	+ 0,15	+ 2,38
	N60P30K30	7,12	5,99	3,75	5,62	+ 0,12	+ 2,65
	N90P30K30	7,39	6,73	4,31	6,14	+ 0,17	+ 3,17
	N120P30K30	7,77	6,88	4,90	6,58	+ 0,18	+ 3,61
	Среднее для фактора А	6,70	5,55	3,71	5,33	+ 0,11	+ 2,95
80 тыс. раст./га	Без удобрений (контроль)	3,95	2,54	2,08	2,90	- 0,13	-
	N90	7,04	5,42	3,02	5,16	- 0,04	+ 2,26
	N60P30K30	6,69	5,53	3,18	5,13	- 0,37	+ 2,23
	N90P30K30	7,43	6,01	3,48	5,64	- 0,33	+ 2,74
	N120P30K30	7,61	6,30	4,02	5,98	- 0,32	+ 3,08
	Среднее для фактора А	6,54	5,16	3,16	4,96	- 0,26	+ 2,57
HCP <sub>05</sub> ч. р.		0,58	0,69	0,28	0,73		
HCP <sub>05</sub> (А)		Fφ < Fт	0,29	0,13	0,33		
HCP <sub>05</sub> (В)		0,33	0,32	0,16	0,42		



3. Влияние микробиологического удобрения и густоты стояния растений на урожайность кукурузы в Нижнем Поволжье / Л.А. Гудова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 7. – С. 7–14.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.

5. Кашукоев М.В., Топалова З.Х. Применение органических удобрений под гибриды кукурузы // Аграрная наука. – 2011. – № 5. – С. 23–24.

6. Крамарев С.М., Скрипник Л.Н., Усенко Ю.И. Интенсивность поступления основных макроэлементов в растения кукурузы в онтогенезе // Агрохимия. – 2002. – № 12. – С. 21–30.

7. Кривошеев Г.Я., Шевченко Н.А. Косвенные признаки отбора продуктивных самоопыленных линий кукурузы для засушливых условий // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 36 (6). – С. 50–56.

8. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. – Днепропетровск, 1980. – 54 с.

9. Моисеев А.А., Власов П.Н., Ивойлов А.В. Эффективность удобрений под кукурузу на зерно в лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 28–33.

10. Продуктивность зерновой кукурузы в условиях Нижнего Дона под влиянием минеральных удобрений и бактериальных препаратов / Р.А. Каменев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 9. – С. 11–17.

11. Рудавська Н.М., Глива В.В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2018. – Вип. 64. – С. 120–132.

12. Семин С.А., Гаврюшина И.В., Семин Ю.А. Густота растений и уровень минерального питания как факторы регулирования урожайности зерна кукурузы // Нива Поволжья. – 2018. – № 3. – С. 57–62.

13. Система земледелия Республики Мордовия / В.Н. Сидоров, [и др.]; редкол.: И.П. Учайкин [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – 360 с.

14. Слюдеев Ю.А. Совершенствование технологии возделывания гибридов кукурузы на зерно на черноземе выщелоченном в условиях Рязанской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Воронеж, 2005. – 20 с.

15. Сотченко В.С., Багринцева В.Н. Технология возделывания кукурузы // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – Спецвыпуск № 2. – С. 79–84.

16. Телих К.М. Факторы, влияющие на урожайность зерна кукурузы // Кормопроизводство. – 2002. – № 5. – С. 20–22.

17. Усанова З.И., Шальнов И.В., Васильев А.С. Влияние расчетных доз удобрений и густоты стояния на продуктивность кукурузы, вынос и хозяйственный баланс основных элементов питания // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 23–26.

18. Шейджен А.Х., Бондарева Т.Н., Кизинек С.В. Агрохимические основы применения удобрений. – Майкоп: ОАО «Полиграф – ЮГ», 2013. – 572 с.

19. Эффективность применения под кукурузу аммиачной селитры, аммофоса и нитроаммофоски в Ставропольском крае / В.Н. Багринцева [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2018. – № 1. – С. 27–31.

20. Эффективность удобрений при возделывании кукурузы на зерно в условиях южного Нечерноземья / А.А. Моисеев [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2018. – 172 с.

21. Sharifi R.S., Taghizaden R. Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer // J. Food Agrikult. Environ, 2009, Vol. 7, № 4, P. 518–521.

**Моисеев Анатолий Андреевич**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Агрономия и ландшафтная архитектура», Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. Россия. 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, 68.

Тел.: 89271719996.

**Сидоров Алексей Владимирович**, директор, Государственный Центр агрохимической службы «Мордовский». Россия.

430904, Республика Мордовия, г. Саранск, р.п. Ялга, ул. Пионерская, 35.

Тел.: (8342) 25-44-30.

**Ивойлов Александр Васильевич**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Агрономия и ландшафтная архитектура», Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. Россия.

430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, 68.

Тел.: 89271797590.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения; густота растений; кукуруза; структура урожая; урожай зерна; Северная часть лесостепи Среднего Поволжья.

## THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND PLANT DENSITY ON YIELD FORMATION OF CORN GRAIN IN NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

**Moiseev Anatoliy Andreevich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair «Agronomy and Landscape Architecture», National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev. Russia.

**Sidorov Aleksey Vladimirovich**, State Center of Agrochemical Service "Mordovia". Russia.

**Ivoylov Alexander Vasilievich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair «Agronomy and Landscape Architecture», National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev. Russia.

**Keywords:** mineral fertilizers; plant density; corn; crop structure; grain yield; Northern part of the forest-steppe of the Middle Volga region.

**The results of research on the influence of plant stand density and different doses of mineral fertilizers on the formation of**

**grain yield of early-maturing maize hybrid on dark-gray forest medium-loam soil are presented. It is established that with increase in planting rates decreased indices of grain yield, grain mass of one cob and number of grains in one cob, and a mass of 1 000 grains. The use of fertilizers increased the weight of grain from the cob by 55.0–84.4 %, the lake content of the cob – by 24.9–40.9 %, and the absolute weight of grain-by 23.1–31.8 % compared to the variants without fertilizers. At the same time, the best indicators were obtained when N90 and N120 were added to the NQC. The application of mineral fertilizers increased the grain yield, on average, by 76.4–112.8% in relation to the control (2.97 t/ha). The largest increase was provided by the introduction of N90P30K30 and N120P30K30-2.95 and 3.35 t/ha. the highest efficiency of fertilizers was noted against the background with a density of 65 thousand plants/ha-an increase relative to the control of 80.1–121.5 %.**

