

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ПОВОЛЖЬЯ

СЕМИНА Светлана Александровна, Пензенский государственный сельскохозяйственный университет

ГАВРЮШИНА Ирина Владимировна, Пензенский государственный сельскохозяйственный университет

ПАЛИЙЧУК Александр Сергеевич, Пензенский государственный сельскохозяйственный университет

ДЕНИСОВ Константин Евгеньевич, Саратовский государственный сельскохозяйственный университет имени Н.И. Вавилова

МОЛЧАНОВА Надежда Петровна, Саратовский государственный сельскохозяйственный университет имени Н.И. Вавилова

Представлены результаты исследований влияния различных доз минеральных удобрений и густоты стояния растений на урожайность зерна раннеспелого гибрида кукурузы. Установлено, что с увеличением густоты стояния растений масса зерна с початка снижалась. При внесении N120P90K60 урожайность зерна увеличилась на 2,00–2,78 т/га. При применении удобрений в дозе N120P90 получена прибавка зерна 39,7–48,8 % по сравнению с неудобренным фоном. Перенесение части азота в корневую подкормку способствовало приросту урожайности на 11,4–18,7 % по сравнению с предпосевным внесением N120P90. На удобренном агрофоне прирост урожайности отмечен до густоты стояния растений 80 тыс./га.

Кукуруза – одна из самых ценных кормовых культур. Однако наращивание валовых сборов зерна кукурузы зависит от уровня технологии возделывания, постоянного совершенствования и уточнения отдельных ее элементов. Получение высоких и стабильных урожаев зерна кукурузы возможно лишь при полной обеспеченности растений основными элементами минерального питания. Применение удобрений, как известно, имеет определяющее значение в системе агротехнических мероприятий, оказывающих действенное влияние как на величину, так и на качество получаемой продукции. Продуктивность кукурузы в большой степени зависит от доз и способов внесения минеральных удобрений [1, 2, 3, 8].

В комплексе агротехнических приемов возделывания кукурузы важная роль принадлежит густоте растений, так как в загущенных посевах замедляются процессы формирования генеративных органов, удлиняется

продолжительность вегетационного периода. Оптимальная густота стояния обеспечивает наиболее полное использование природных и антропогенных факторов произрастания культурных растений. По некоторым данным, густота оказывает на урожай большее влияние, чем внесение удобрений [6, 7, 9].

Таким образом, необходимо для каждой экологической зоны установить оптимальную густоту стояния растений, обеспечивающую в зависимости от условий минерального питания максимальную продуктивность кукурузы. В связи с этим цель исследования заключается в выявлении влияния густоты посева, норм и способов удобрений на урожайность зерна скороспелых сортов кукурузы в лесостепной зоне Поволжья.

Методика исследований. Исследования проводили в 2015–2016 гг. на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом среднемощном с повышенным содержанием азо-





та и фосфора и высокой обеспеченностью калием, реакция почвенного раствора слабощелочная. Полевой опыт закладывали в соответствии с общепринятыми методиками [4,5], в четырехкратной повторности методом расщепленных делянок со следующими факторами и градациями. Фактор А – доза удобрений: 1 – N0P0K0 (контроль); 2 – N120P90; 3 – N90P90 + N30 (в подкормку в фазу 6–7 листьев кукурузы); 4 – N120P90K60. Фактор В – густота стояния растений: 1 – 60 тыс./га; 2 – 70 тыс./га; 3 – 80 тыс./га; 4 – 90 тыс./га; 5 – 100 тыс./га. Площадь делянок первого порядка 140 м². Площадь делянок второго порядка 28 м². Размещение вариантов систематическое. Объект исследований – раннеспелый гибрид кукурузы РОСС 199 МВ.

Посев проводили сеялкой СУПН-8 с междурядьями 70 см. Густоту стояния растений формировали в фазу полных всходов. Агротехника возделывания общепринятая для черноземных почв Пензенской области. Предшественник – озимая пшеница по чистому пару. Использовали минеральные удобрения: аммиачную селитру, двойной суперфосфат, хлористый калий. Удобрения вносили под первую предпосевную культивацию.

Погодные условия в годы исследований сложились достаточно благоприятно для роста и развития раннеспелого гибрида кукурузы.

Результаты исследований. В ходе исследований установлено, что на формирование генеративных органов оказали влияние как условия минерального питания, так и густота стояния растений. В 2015 г. наибольшее количество озерненных початков было получено при перенесении части азота в подкормку, а в условиях 2016 г. – при внесении полного минерального удобрения. В среднем за два года исследований наибольшее количество початков на 100 растений сформировалось при применении корневой азотной подкормки и внесении полного минерального удобрения; в среднем по фону минерального питания 108–109 шт. (табл. 1).

С увеличением густоты стояния на удобренных фонах отмечали снижение количества генеративных органов. Анализ структуры початка показал, что азотная подкормка оказала положительное влияние на его длину, в среднем по фону она составила 18,5 см, что на 3,6 см больше, чем при естественном почвенном плодородии. При внесении N120P90 длина початка составила 17,7 см, а при дозе N120P90K60 – 18,0 см. С загущением посевов

длина початка уменьшалась на 1,2–2,2 см.

Важным элементом структуры урожая является количество зерен в початке, которое определяется числом рядов зерен и их количеством в рядке. Минеральные удобрения положительно влияли на количество рядов зерен в початке, а при увеличении густоты стояния растений, наоборот, отмечали тенденцию снижения их количества. Число зерен в початке определяли особенностями минерального питания и плотностью стеблестоя. В условиях 2015 г. наиболее озерненные початки были получены при детальном внесении удобрений, когда период проведения азотной подкормки сопровождался обильными дождями. В условиях вегетации 2016 г. при внесении минеральных удобрений количество полноценных зерен изменялось по фонам незначительно и составило 319–328 шт.

В среднем за годы проведения опыта внесение азотно-фосфорных удобрений под первую предпосевную культивацию повышало озерненность початка на 14,1 % по сравнению с фоном естественного почвенного плодородия. Перенесение части азота в подкормку способствовало увеличению количества зерен на 23,1 %, а применение полного минерального удобрения – на 19,8 % по сравнению с фоном без удобрений.

С увеличением густоты стояния растений отмечали снижение количества зерен в початке на 8,4–24,4 %, причем наиболее значительным оно было при проведении азотной подкормки.

Масса зерна с початка также является важным структурным показателем урожайности кукурузы. Как показали результаты, наиболее полноценный початок получили в более благоприятных вегетационных условиях 2016 г. В среднем за два года наблюдений внесение N120P90 под первую предпосевную культивацию способствовало увеличению массы зерна с початка на 34,4 % по сравнению с вариантами без удобрений. Детальное внесение азотных удобрений сопровождалось увеличением массы полноценного зерна с початка на 54,0 %, а по сравнению с первым фоном удобрений на 14,6 %. Применение удобрений в дозе N120P90K60 увеличивало массу зерна с початка на 43,8 % по отношению к неудобренному фону и только на 7,0 % по сравнению с дозой N120P90.

Следует отметить, что кукуруза – растение с интенсивным тропическим типом фотосинтеза.

**Элементы структуры урожайности в зависимости от дозы удобрений
и густоты стояния растений кукурузы (среднее за 2015–2016 гг.)**

Доза удобрений	Густота стояния растений, тыс. шт./га	Количество початков, шт. на 100 растений	Длина початка, см	Количество рядов зерен в початке	Количество зерен в початке, шт.	Масса зерна одного початка, г	Выход зерна с початка, %	Масса 1000 зерен, г
N0P0K0	60	100	15,4	12,2	299	68,7	77,4	226
	70	100	15,6	11,8	299	63,6	77,3	219
	80	100	15,3	11,0	274	57,6	75,4	210
	90	100	14,4	11,2	257	52,2	76,8	202
	100	100	14,0	10,8	255	49,2	74,7	192
N120P90	60	114	18,4	13,4	334	91,4	77,9	272
	70	110	17,9	12,6	317	81,0	77,6	256
	80	104	17,4	11,4	316	77,4	76,8	245
	90	102	17,7	11,0	303	72,6	76,7	239
	100	100	17,2	12,2	308	68,7	74,6	222
N90P900+ +N30	60	117	19,5	13,0	382	104,1	77,8	275
	70	117	18,4	12,5	346	92,2	78,0	269
	80	108	18,6	11,8	342	90,4	77,0	266
	90	100	18,6	12,1	327	83,6	75,4	257
	100	100	17,5	11,8	307	77,5	71,2	253
N120P90K60	60	116	18,9	13,1	368	99,1	76,9	268
	70	114	18,6	12,1	345	88,6	78,0	258
	80	109	18,8	11,5	332	84,4	75,4	252
	90	104	16,8	11,7	311	76,3	76,2	245
	100	100	16,7	12,4	303	70,0	74,0	232

В связи с этим образуется избыточное количество сахаров, которые, накапливаясь в клетках листьев, препятствуют интенсивному росту. Калий способствует оттоку продуктов фотосинтеза из листьев в остальные части растений, что благоприятно сказывается на формировании урожайности зерна. Этим объясняется эффективность калийных удобрений под кукурузой.

С увеличением загущенности посевов отмечено снижение массы зерна с початка. Наиболее значительно это проявилось на фоне естественного почвенного плодородия. Так, увеличение густоты стояния с 60 до 80 тыс./га приводило к снижению массы зерна одного початка на 19,2 %, а при увеличении плотности стеблестоя до 100 тыс./га – на 39,6 %. Эта же тенденция прослеживалась и на удобренных вариантах. Однако улучшение агрофона несколько нивелировало отрицательное действие загущения. Условия минерального питания практически не влияли на выход зерна с початка, а с ростом густоты стояния отмечали его снижение на 2,7–3,6 %. Показателем, характеризующим эффектив-

ность применяемых приемов возделывания, является и масса 1000 зерен. Наиболее полновесное зерно было получено при внесении минеральных удобрений, прирост к фону естественного почвенного плодородия составил 17,6–25,7 %. На всех агрофонах прослеживалась тенденция снижения массы 1000 зерен при увеличении густоты стояния растений.

Основным интегрирующим показателем, характеризующим эффективность приемов агротехники, является урожайность. Учет показал, что в 2016 году, более благоприятном по условиям увлажнения, урожайность была выше. В годы исследований максимальную урожайность обеспечило дробное внесение азотных удобрений. Анализ урожайных данных свидетельствует, что применение N120P90 способствовало дополнительному получению зерна – 1,68–1,99 т/га, что на 38,2–48,0 % превышает неудобренный фон (табл. 2).

Сочетание предпосевного внесения азотно-фосфорных удобрений с азотной подкормкой увеличивало урожайность зерна



Урожайность кукурузы в зависимости от дозы удобрений и густоты стояния растений

Доза удобрений	Густота стояния растений, тыс. шт./га	Урожайность зерна, т/га			Прибавка		
		2015 г.	2016 г.	среднее за два года	от удобрений (А)	от густоты (В)	от удобрений + густоты (АВ)
N0P0K0	60	3,34	4,82	4,08	-	-	-
	70	3,56	5,24	4,40		0,32	
	80	4,00	4,97	4,48		0,40	
	90	3,91	5,29	4,60		0,52	
	100	4,14	5,49	4,82		0,74	
N120P90	60	5,01	7,13	6,07	1,99	-	1,99
	70	5,22	6,94	6,08	1,68	0,01	2,00
	80	5,54	6,96	6,25	1,77	0,18	2,17
	90	5,78	7,33	6,56	1,96	0,49	2,48
	100	5,94	7,54	6,74	1,92	0,67	2,66
N90P90+ N30	60	6,38	7,74	7,06	2,99	-	2,98
	70	6,78	7,67	7,22	2,82	0,16	3,14
	80	6,86	8,38	7,62	3,14	0,56	3,54
	90	6,82	7,81	7,32	2,72	0,26	3,24
	100	6,96	8,07	7,51	2,69	0,45	3,43
N120P90K60	60	5,87	7,54	6,70	2,62	-	2,62
	70	6,27	7,64	6,96	2,56	0,26	2,88
	80	6,64	7,87	7,26	2,78	0,56	3,16
	90	5,97	7,91	6,94	2,34	0,24	2,86
	100	6,49	7,16	6,82	2,00	0,12	2,74
НСР ₀₅ , для фактора А		0,128	0,108				
НСР ₀₅ , для фактора В		0,144	0,120				
НСР ₀₅ , для взаимодействия АВ		0,287	0,241				

на 2,69–3,14 т/га по отношению к неудобренным вариантам и на 0,76–1,37 т/га по сравнению с первым фоном удобрений. При внесении N120P90K60 урожайность увеличилась на 41,5–64,2 % по отношению к фону без удобрений, а по сравнению с внесением только азотно-фосфорных удобрений – на 1,2–14,5 %.

Густота стояния растений оказывала различное влияние на урожайность зерна, как по годам, так и по вариантам опыта. На фоне естественного почвенного плодородия рост урожайности отмечали до максимального в опыте загущения (0,74 т/га). Однако максимальная прибавка по отношению к предыдущей величине получена при густоте стояния 70 тыс./га – 0,24 т/га вместо 0,08–0,12 т/га.

При внесении удобрений в дозе N120P90 наибольшая урожайность (0,67 т/га) получена при густоте стояния 100 тыс./га. Прибавка, по мере увеличения количества

растений на единице площади, составила 0,18–0,67 т/га, или 1,6–11,0 %. При дробном внесении удобрений и применении полного минерального питания рост урожайности отмечали до густоты стояния растений 80 тыс./га (0,56 т/га). Дальнейшее загущение приводило к снижению урожайности на 0,26–0,45 т/га. Аналогичную зависимость отмечали при дозе N120P90K60. Внесение калийных удобрений практически не влияло на прибавку урожая от густоты стояния растений.

Наибольшая прибавка урожая (3,14 т/га) была получена от дробного внесения удобрения N90P90 + N30 при густоте стояния растений 80 тыс./га. Совместное влияние загущения посевов кукурузы и внесения удобрения повышало урожайность на 2,98–3,54 т/га зерна

Выводы. На черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом по гранулометрическому составу большое влияние на урожайность раннеспелого гибрида кукурузы оказало не



только применение минеральных удобрений, но и густота стояния растений.

От загущения посевов при внесении удобрений урожай повысился на 13,7 %, от внесения удобрений – на 76,9 %. Совместное действие этих факторов способствовало значительному повышению урожайности.

Наибольшая урожайность (86,7 %) получена при внесении N90P90+ N30 в качестве подкормки при густоте стояния растений 80 тыс./га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багринцева В.Н., Букарев В.В., Вардамян В.С. Эффективность применения удобрений под кукурузу // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 3. – С. 9–10.

2. Влияние азотных подкормок на урожай зерна и выход кондиционной крупы у кремнистых гибридов кукурузы / Т.Р. Толорая [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2011. – № 3. – С. 3–7.

3. Влияние удобрений на формирование урожайности зерна гибридов кукурузы на черноземе выщелоченном / А.А. Моисеев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 4. – С. 24–29.

4. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.

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

6. Никитин С.В. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность гибридов кукурузы в зоне неустойчивого увлажнения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Ставрополь, 2012. – 22 с.

7. Семина С.А., Надежкин С.М. Формирование высокопродуктивных агроценозов куку-

рузы в лесостепи Среднего Поволжья. – Пенза, 2008. – 148 с.

8. Семина С.А. Эффективность систем удобрения при возделывании кукурузы в лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2012. – № 1. – С. 39–42.

9. Стулин А.Ф. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния и уровня минерального питания // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 1. – С. 4–5.

Семина Светлана Александровна, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции», Пензенский государственный сельскохозяйственный университет. Россия.

Гаврюшина Ирина Владимировна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции», Пензенский государственный сельскохозяйственный университет. Россия.

Палийчук Александр Сергеевич, аспирант кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции», Пензенский государственный сельскохозяйственный университет. Россия.

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

Тел.: (8412) 62-81-58.

Денисов Константин Евгеньевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Молчанова Надежда Петровна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-16-28.

Ключевые слова: кукуруза; удобрения; густота стояния; початок; зерно; урожайность.

THE FORMATION OF GRAIN PRODUCTIVITY OF MAIZE DEPENDING ON METHODS OF CULTIVATION

Semina Svetlana Aleksandrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Processing of Agricultural Production", Penza State Agricultural University. Russia.

Gavryushina Irina Vladimirovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the chair "Processing of Agricultural Production", Penza State Agricultural University. Russia.

Paliychuk Alexander Sergeevich, Post-graduate Student of the chair "Processing of Agricultural Production", Penza State Agricultural University. Russia.

Denisov Konstantin Evgenyevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Crop Production, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Molchanova Nadezhda Petrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Crop Production, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: maize; fertilizers; plant density; cob; grain; yield.

The researchers' results were represented along the influence of different mineral fertilizers' doses and the plant density for yield of the grain of early ripe hybrid of the maize. It is established that with increasing of plant density the grain weight per cob was decreased. When making N120P90K60 the yield of the grain was increased by 2,00...of 2.78 t/ha. When using the fertilizers of the dose N120P90 the gain of the grain was received 39,7...48,8 % with comparison to unfertilized background. The shifting of the part's nitrogen to the root feeding was contributed to the gain of the yield. 11,4...18,7 % in comparison with making of preplant N120P90. On the fertilized soil fertility the gain of the yield was marked until the density of 80 thousand/ha.

