

DOI 10.33952/2542-0720-2019-4-20-133-143

УДК 633.15:631.5

Черкашина А. В.¹, Сотченко Е. Ф.²**ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И ГУСТОТЫ ПОСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ И
УБОРОЧНУЮ ВЛАЖНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В
НЕОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА**¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»

Реферат. В условиях усиления засушливости климата степной зоны Крыма особое значение приобретают элементы технологии возделывания кукурузы на богаре, такие, как ранние сроки сева и оптимальная густота стояния растений. Цель исследований – установить оптимальные сроки сева и густоту стояния растений для раннеспелого гибрида кукурузы Нур в степной зоне Крыма на богаре. Исследования проводили в 2016–2019 гг. на опытном поле ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (с. Клепинино, Республика Крым) в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов по кукурузе. Схема опыта включала следующие варианты: сроки сева (фактор А) – 5, 15 и 25 апреля; густота стояния растений (фактор В) – 40; 50; 60; 70 тыс. растений/га; метеоусловия лет исследований (фактор С). Общая площадь делянки – 50 м², учетная – 25 м², повторность – четырехкратная. Почва – чернозем южный слабогумусированный. Метеоусловия 2016 г. характеризовались повышенной влагообеспеченностью (ГТК = 1,46), в 2017 г. наблюдали среднюю засуху (ГТК = 0,42), в 2018 г. – слабую засуху (ГТК = 0,65), в 2019 г. обеспеченность влагой была недостаточной (ГТК = 0,86). В среднем за годы исследования продолжительность периода «посев–всходы» была наибольшей при самом раннем сроке сева пятого апреля и составила 20,5 суток, при сроке сева 15 апреля – 14 суток, при сроке 25 апреля величина этого показателя была наименьшей – 12,3 суток. Наибольшее влияние на сбор зерна оказали гидротермические условия года (доля действия этого фактора на урожай зерна кукурузы – 89,9 %). В среднем за четыре года лучшим сроком сева было 15 апреля при густоте стояния растений – 60 тыс. шт./га: урожайности – 1,97 т/га, уборочной влажности зерна – 15,1 %. Корреляция между урожайностью зерна и количеством початков на 100 растениях была тесной положительной ($r = 0,75$). Уборочная влажность зерна варьировала от 10,0 до 25,5 % в зависимости от условий года, срока и густоты посева и в среднем по опыту составила 14,95 %. Самая низкая величина этого показателя отмечена в варианте при посеве 15 апреля с густотой стояния растений 40 и 50 тыс. шт./га – 13,3 и 13,8 % соответственно.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays L.*), урожайность, уборочная влажность зерна, срок сева, густота стояния растений.

Введение

В последние годы доля раннеспелых гибридов в рекомендованном соотношении биотипов кукурузы для степной зоны увеличилась с 10 % в 1995 г. [1] до 30–35 % в 2017 г. [2]. Такое изменение способствует снижению энергозатрат на сушку зерна и дает возможность быстрее освобождать поля для подготовки под посев озимых культур [2, 3].

Изменяя густоту стояния растений раннеспелых гибридов и сроки их сева даже в неблагоприятные по метеоусловиям годы при высоком уровне агротехники можно получать высокие урожаи. Зерно раннеспелых гибридов по сравнению с

другими группами спелости быстрее отдает влагу при созревании, что позволяет заметно уменьшить затраты на его доработку [3].

В степной зоне Крыма при оптимальных сроках сева уборочная влажность зерна может находиться на уровне 7–9 %, а в среднем составлять 14–19 % [4]. Продуктивность кукурузы на богаре низкая и урожаи нестабильны по годам, поэтому площади этой культуры в Крыму остаются незначительными. В 2019 г. в регионе ее посевы на зерно занимали 2,5 тыс. га, на зеленый корм – 3,6 тыс. га [5].

В степной зоне при исходных запасах продуктивной влаги в слое 0–100 см в 150 мм, и осадках за май–август – 200 мм урожайность зерна может достигать 4,0 т/га [3]. Агротехника должна быть направлена на накопление, сохранение и экономное расходование почвенной влаги в посевах.

В технологии возделывания кукурузы исключительно важное значение имеют сроки сева. От них зависят своевременность, дружность, полнота всходов, темпы роста и развития растений, а также уровень урожая [3, 6–8].

В условиях дефицита влаги ранние сроки сева для кукурузы, как поздней яровой культуры, приобретают особое значение и являются способом преодоления засухи [9]. Ранние посевы более рационально используют почвенные запасы влаги [2], при этом обеспечиваются более благоприятные условия для растений в критический период развития во время цветения и налива зерна [10].

Кукуруза – теплолюбивая культура. Поэтому при выборе сроков сева необходимо учитывать три фактора: установление средних суточных температур на глубине заделки семян 10 °С, количество продуктивной влаги в слое почвы 0–10 см больше 15 мм, в пахотном слое – 25–35 мм, прекращение опасных заморозков [11]. Благоприятное их сочетание возможно лишь в отдельные годы, в большинстве случаев необходимый прогрев почвы и отсутствие угрозы повреждения заморозками наступает, когда количество продуктивной влаги недостаточно. Оптимальным сроком сева кукурузы в Крыму ранее считали третью декаду апреля – начало мая [11, 12]. В более ранних рекомендациях лучшим сроком указывали вторую декаду апреля и в зависимости от метеоусловий года посев рекомендовали передвигать в ту или иную сторону, но всегда заканчивать в апреле [13].

В последние годы в степной зоне Крыма почва на глубине 10 см прогревается до температуры 10 °С уже в первой декаде апреля [14], что создало предпосылки для изучения возможности посева культуры в более ранние сроки.

Одним из факторов, определяющим уровень урожайности кукурузы в районах недостаточного увлажнения, является оптимальная густота посева. В благоприятные по осадкам годы урожай зерна при недостаточной густоте снижается на 0,5–0,7 т/га [15], а в засушливые, в результате загущения посева, початки вообще могут не сформироваться. Варьирование числа растений на единице площади отражается на их жизнеспособности, росте и развитии, особенностях поступления и использования солнечной радиации, потребления влаги, питательных веществ, и, в итоге, на урожайности зерна [16].

Для каждого гибрида в конкретных условиях необходимо подбирать агротехнические приемы (сроки сева [12], индивидуальную оптимальную густоту растений [15, 17] и др.) для формирования наибольшей урожайности и наименьшей уборочной влажности зерна.

Цель исследований – установить оптимальные сроки сева и густоту стояния растений раннеспелого гибрида кукурузы Нур в условиях степной зоны Крыма на богаре.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2016–2019 гг. на опытном поле отделения полевых культур ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (с. Клепинино Красногвардейского района Республики Крым). Почва –

чернозем южный слабогумусированный, развитый на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах [18]. Мощность гумусового слоя (горизонт А) составляет 24–36 см, всего – 57–70 см. На пашне содержание гумуса составляет 2,4–2,7 %. В пахотном слое на 100 г абсолютно сухой почвы содержится: легкогидролизуемого азота – 5,2 мг, фосфора – 1–2,5 мг, калия – 42 мг. Сумма поглощенных щелочей – 28,5–38,3 мг-экв/100 г почвы. Валового азота в пашне – 0,11–0,12 %, фосфора – 0,20 %, калия – 1,96 %. Реакция почвенного раствора – слабощелочная в верхнем горизонте (рН = 7,7–7,9) [19].

Материал для исследований – раннеспелый гибрид кукурузы Нур (ФАО 150) – раннеспелый, холодостойкий, трехлинейный гибрид универсального направления использования.

Схема опыта включала следующие варианты: сроки посева (фактор А) – 5; 15 и 25 апреля; густота стояния растений (фактор В) – 40; 50; 60; 70 тыс. растений/га; метеоусловия лет исследований (фактор С).

Предшественник – зерновые колосовые культуры. Исследования проводили в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой [20]. Общая площадь делянки – 50 м², учетная – 25 м², повторность – четырехкратная. Посев осуществляли сеялкой «СПУ-8». Густоту стояния растений формировали вручную в фазе четырех–пяти листьев [20]. Статистическую обработку результатов проводили методом трехфакторного дисперсионного и корреляционного анализов по Б. А. Доспехову [21].

Для характеристики метеоусловий за годы исследований использовали материалы многолетних наблюдений метеостанции Клепинино (таблицы метеорологических и агрометеорологических сведений ТСХ-8, агрометеорологические обзоры). Для оценки условий увлажнения рассчитывали гидротермический коэффициент (ГТК), предложенный Г. Т. Селяниновым [22]. Средние многолетние данные приведены по агроклиматическому справочнику за 1986–2005 гг. [23].

В среднем за четыре года метеоусловия периода с апреля по август характеризовались повышенным температурным режимом. Превышение над среднемноголетней суммой активных температур варьировало от 57,2 °С в 2017 г. до 474,8 °С в 2018 г. В среднем за четыре года величина этого показателя составила 2938,3 °С, превысив норму на 9,5 % (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика метеорологических условий периода вегетации кукурузы (апрель–август)

Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	Среднемноголетнее значение
Сумма активных температур, °С	2979,2	2741,2	3158,8	2873,9	2938,3	2684,0
Количество осадков, мм	436,8	149,8	206,1	245,8	259,6	219,0
Гидротермический коэффициент	1,46	0,42	0,65	0,86	0,85	0,82
Количество дней с влажностью воздуха 30 % и ниже	15,0	71,0	67,0	20,0	43,3	39,6

Количество осадков за период вегетации кукурузы резко различалось по годам исследований. В 2016 г. выпало 436,8 мм осадков (199,5 % нормы), в 2017 г. – 149,8 мм (68,4 % нормы), однако дожди были ливневыми и прошли в первой и третьей декаде мая (56,6 и 80,7 мм), первой декаде июня (194,8 мм) и второй декаде сентября (84,4 мм). Поэтому, несмотря на аномально высокий уровень осадков, растения кукурузы во второй половине вегетации страдали от недостатка влаги, что

проявлялось в быстром усыхании листьев и снижении продуктивности. В 2018 г. наблюдали недобор 5,6 % урожая.

За вегетационные периоды 2016–2019 гг. количество дней с влажностью воздуха 30 % и ниже превысило среднемноголетнее значение на 3,7 дней (9,3 %). Величина этого показателя варьировала в пределах от 15 дней в 2016 г. до 71 дня в 2017 г., что составило 179,3 % нормы.

Среднемноголетнее значение ГТК в зоне проведения исследования за период апрель – август составляет 0,82, что, по шкале Т. В. Хомяковой и Е. К. Зоидзе [24], характеризуется как недостаточная влагообеспеченность. Метеоусловия 2016 г. характеризовались как повышенная влагообеспеченность (ГТК = 1,46), 2017 г. – средняя засуха (ГТК = 0,42), 2018 г. – слабая засуха (ГТК = 0,65), 2019 г. – недостаточная влагообеспеченность (ГТК = 0,86).

Почва прогревалась быстро, средняя температура на глубине 10 см уже в первой декаде апреля во все годы исследований превысила 10 °С, во второй декаде была выше 12 °С (за исключением 2019 г.), в третьей декаде – 14 °С и выше (кроме 2017 г.) (таблица 2).

Таблица 2 – Средняя температура почвы на глубине 10 см в апреле, °С

Декада	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	Среднемноголетняя
1	12,3	10,8	11,7	10,1	11,2	9,0
2	16,6	12,0	14,5	10,3	13,4	11,0
3	15,2	8,8	17,9	14,1	14,0	13,0

Запасы продуктивной влаги в посевной период во все сроки посева за все годы проведения опытов были достаточными для получения всходов (таблица 3).

Таблица 3 – Запасы продуктивной влаги в почве в период сева кукурузы, мм

Срок сева	Горизонт, см	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	Среднемноголетнее значение
5 апреля	0–20	11	19	22	20	18	28
	0–50	40	53	44	39	44	69
	0–100	113	89	63	89	88	134
15 апреля	0–20	28	21	23	30	25	27
	0–50	85	61	48	69	66	69
	0–100	189	116	68	150	131	134
25 апреля	0–20	23	29	16	28	24	27
	0–50	41	73	32	65	53	67
	0–100	79	145	61	136	105	129

В среднем за четыре года наибольшие запасы продуктивной влаги в почве отмечены 15 апреля.

Самыми благоприятными для вегетации кукурузы оказались метеорологические условия 2019 и 2016 гг. Самым неблагоприятным по условиям увлажнения был 2017 г., что подтверждено наименьшей продуктивностью.

Результаты и их обсуждение

Продолжительность периода «посев–всходы» кукурузы определяется температурным режимом [8]. В среднем за четыре года продолжительность этого периода была максимальной при самом раннем сроке сева пятого апреля и составила 20,5 суток, при сроке сева 15 апреля – 14,0 суток, при сроке 25 апреля была минимальной – 12,3 суток (таблица 4).

Таблица 4 – Продолжительность периода «посев-всходы» гибрида кукурузы Нур в зависимости от сроков сева, сутки

Срок сева	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
5 апреля	14	27	17	24	20,5
15 апреля	12	18	13	13	14,0
25 апреля	11	13	12	13	12,3

В 2017 и 2019 гг. температура почвы в первой декаде апреля была низкой (10,8 и 10,1 °С), что и обусловило увеличение периода «посев–всходы» до 27 и 24 дней соответственно.

Минимальный в опыте сбор зерна 0,18 т/га отмечен в 2017 г. при посеве 25 апреля и густоте 70 тыс./га, максимальный – 3,99 т/га в 2018 г. при посеве в этот же срок с густотой посева 60 тыс./га. Средняя по опыту урожайность составила 1,66 т/га.

В наших исследованиях установлена высокая зависимость урожайности зерна кукурузы от погодных условий года и изучаемых агроприемов (сроков сева, густоты стояния растений), а также их взаимодействия. За 2016–2019 гг. доля действия погодных условий года (фактор С) на сбор зерна составила 89,9 %, то есть варьирование урожайности по годам было самым значительным. Минимальной она была в 2017 г. – 0,37 т/га, максимальной – в 2019 г. – 3,4 т/га (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность зерна гибрида кукурузы Нур при стандартной влажности, т/га

Срок сева (фактор А)	Густота посева, тыс. шт./га (фактор В)	Год (фактор С)				Среднее по:	
		2016	2017	2018	2019	фактору А	фактору В
05 апреля	40	1,70	0,50	0,64	2,86	1,57	1,49
	50	1,78	0,44	0,68	3,20		1,69
	60	2,26	0,53	0,68	3,78		1,83
	70	2,57	0,63	0,58	2,37		1,65
15 апреля	40	1,89	0,29	0,83	3,29	1,80	
	50	2,44	0,36	0,96	3,70		
	60	2,55	0,53	0,79	3,99		
	70	2,46	0,40	0,58	3,67		
25 апреля	40	1,37	0,13	1,24	3,09	1,62	
	50	1,91	0,22	1,19	3,43		
	60	1,62	0,23	1,04	3,92		
	70	1,71	0,18	1,07	3,54		
Средняя по фактору С		2,02	0,37	0,86	3,40		

Примечание. НСР₀₅ фактор А – 0,15 т/га; НСР₀₅ фактор В – 0,07 т/га; НСР₀₅ фактор С – 0,10 т/га; НСР₀₅ взаимодействие А×В – 0,18 т/га; НСР₀₅ взаимодействие А×С – 0,21 т/га; НСР₀₅ взаимодействие В×С – 0,18 т/га; НСР₀₅ взаимодействие А×В×С – 0,35 т/га.

Из контролируемых факторов более значимым была густота стояния растений (фактор В) – 1 %, чем сроки посева (А) – 0,6 %. На долю взаимодействия сроков сева и условий года (АС) приходится 2,8 %, густоты стояния растений и условий года (ВС) – 1,6 %, тройного взаимодействия факторов (АВС) – 1 %. Прямое действие и взаимодействие агротехнических приемов на урожайность зерна кукурузы имело меньшую долю влияния, чем условия года, однако это влияние оказалось достоверным, а формирование существенных прибавок между испытываемыми вариантами опыта указывают на необходимость проведения таких

экспериментов. Даже при такой большой доле влияния метеоусловий показано, что сбор зерна можно достоверно увеличить, используя изученные агроприемы.

В 2016 г. лучшим был срок сева 15 апреля, средняя урожайность зерна по всем вариантам густоты стояния растений составила 2,34 т/га, превышение над сроками 5 и 25 апреля составило 0,26 т/га, или 11,1 % и 0,69 т/га, или 29,5 % соответственно. Однако в экстремальных условиях 2017 г. отмечена тенденция к уменьшению урожайности зерна от раннего срока 5 апреля к более позднему, 25 апреля – 0,52; 0,39; 0,19 т/га соответственно срокам посева. В то же время, различия между сроками 5 и 15 апреля были недоказуемыми, а срок 25 апреля достоверно уступал сроку 5 апреля на 0,33 т/га, или 63,5 %. В 2018 г. лучшим оказался срок посева 25 апреля, благодаря обильным осадкам в июне средний сбор зерна по всем вариантам густоты стояния растений составил 1,14 т/га и превысил первые два срока на 0,50 т/га, или 43,9 % и 0,35 т/га, или 30,7 % соответственно. В 2019 г. срок сева 5 апреля достоверно уступил двум последующим на 0,61 т/га, или 16,7 % и 0,45 т/га, или 12,9 % соответственно. Между вторым и третьим сроком сева различия находились на уровне НСР₀₅.

За четыре года исследований лучшая средняя по всем вариантам густоты стояния растений урожайность сформировалась при сроке сева 15 апреля и составила 1,8 т/га, достоверно превысив величину этого показателя при раннем и позднем сроках посева на 0,23 т/га, или 12,8 % и 0,18 т/га, или 10,0 %.

Согласно литературным данным, оптимальная густота растений, обеспечивающая более высокий урожай гибридов, не является постоянной, а в отдельные годы изменяется в зависимости от погодных условий. При благоприятном гидротермическом режиме оптимум густоты возрастает и, наоборот, в засушливые годы – уменьшается [1]. В наших исследованиях в 2016 г. наблюдали тенденцию к росту средней урожайности по всем вариантам сроков посева с увеличением густоты посева от 40 до 70 тыс. шт./га – 1,65; 2,05; 2,14; 2,25 т/га соответственно густотам. В остальные годы величина этого показателя возрастала от густоты 40 до 60 тыс. шт./га, снижаясь при 70 тыс. шт./га.

В среднем по срокам посева самая высокая средняя урожайность отмечена при густоте стояния растений 60 тыс./га – 1,83 т/га.

Следовательно, в среднем за четыре года для раннеспелого гибрида Нур в степной зоне Крыма лучший срок для посева – 15 апреля, лучшая густота стояния растений – 60 тыс. шт./га.

Индивидуальная продуктивность характеризует условия роста и развития растений и зависит от гидротермических условий периода вегетации и сроков сева [6]. В наших опытах сроки сева не оказывали значительного влияния на индивидуальную продуктивность растений. В большей степени она зависела от условий года (доля влияния фактора С – 74,5 %), густоты стояния растений (доля влияния фактора В – 6,1 %), взаимодействия срока сева и условий года (доля влияния АС – 8,9 %). В 2017 г. среднее количество початков на 100 растений было минимальным и составило 35 шт., максимальное их количество сформировалось в 2016 г. – 95 шт. В среднем по опыту на 100 растениях образовалось 68,3 початка, варьирование было значительным – от 17 до 112 початков на 100 растений. В среднем за годы исследований при увеличении густоты посева от 40 до 70 тыс./га индивидуальная продуктивность снижалась с 78 до 59 початков на 100 растений соответственно (таблица 6).

Корреляция между урожаем зерна и количеством початков на 100 растениях в опыте была достаточно высокой ($r = 0,75$).

Уборочная влажность зерна гибрида кукурузы Нур зависела от всех изучаемых факторов – сроков сева, густоты стояния растений и условий года.

Наибольшее влияние на влажность зерна при уборке оказывали условия года (С – 88,3 %); взаимодействие срок посева × год (АС – 3,9 %); также отмечено тройное взаимодействие изучаемых факторов (доля влияния АВС – 1 %).

Таблица 6 – Количество початков на 100 растений гибрида кукурузы Нур, шт.

Срок сева (фактор А)	Густота посева, тыс. шт./га (фактор В)	Год (фактор С)				Среднее 2016–2019 гг.	Среднее по:	
		2016	2017	2018	2019		фактору А	фактору В
05 апреля	40	102	61	53	96	78,0	66	78
	50	89	52	39	91	67,8		72
	60	85	38	40	82	61,3		64
	70	85	49	29	75	59,5		59
15 апреля	40	107	39	62	103	77,8	69	
	50	109	32	73	91	76,3		
	60	81	37	48	81	61,8		
	70	86	27	40	84	59,3		
25 апреля	40	112	25	83	90	77,5	69	
	50	107	20	71	88	71,5		
	60	95	21	70	92	69,5		
	70	83	17	51	86	59,3		
Средняя по фактору С		95	35	55	88			

Примечание. НСР₀₅ фактор А – $F\phi < Ft$; НСР₀₅ фактор В – 2,5; НСР₀₅ фактор С – 3,6; НСР₀₅ взаимодействие А×В – 6,0; НСР₀₅ взаимодействие А×С – 7,1; НСР₀₅ взаимодействие В×С – 6,7; НСР₀₅ взаимодействие А×В×С – 12,2.

В среднем по опыту уборочная влажность зерна составила 14,95 %, минимальной (10,0 %) в опыте она была в 2016 г. при сроке сева 25 апреля густотой 60 тыс. шт./га, максимальной (25,5 %) – в 2019 г. при посеве 25 апреля густотой 70 тыс. шт./га (таблица 7).

Таблица 7 – Уборочная влажность зерна гибрида кукурузы Нур, %

Срок сева (фактор А)	Густота посева, тыс. шт./га (фактор В)	Год (фактор С)				Среднее за 2016–2019 гг.	Среднее по:	
		2016	2017	2018	2019		фактору А	фактору В
05 апреля	40	11,4	10,1	10,9	24,0	14,1	14,7	14,1
	50	11,5	10,2	13,9	21,5	14,3		14,5
	60	12,4	10,9	13,9	24,9	15,5		15,5
	70	11,8	10,8	14,8	22,2	14,9		15,7
15 апреля	40	10,9	10,6	10,1	21,5	13,3	14,4	
	50	10,9	10,7	11,8	21,7	13,8		
	60	11,1	10,8	15,3	23,3	15,1		
	70	10,9	10,7	16,4	23,5	15,4		
25 апреля	40	10,4	10,4	15,7	22,7	14,8	15,8	
	50	10,1	10,1	16,6	25,0	15,4		
	60	10,0	10,2	19,0	24,3	15,9		
	70	10,2	10,7	21,3	25,5	16,9		
Средняя по фактору С		11,0	10,5	15,0	23,3			

Примечание. НСР₀₅ фактор А – 0,3; НСР₀₅ фактор В – 0,3; НСР₀₅ фактор С – 0,3; НСР₀₅ взаимодействие А×В – 0,6; НСР₀₅ взаимодействие А×С – 0,6; НСР₀₅ взаимодействие В×С – 0,7; НСР₀₅ взаимодействие А×В×С – 1,2.

Варьирование средней величины этого показателя по годам было значительным – от 10,5 % в 2017 г. до 23,3 % в 2019 г. В засушливом 2017 г. различия по влажности по срокам и густотам посева были недостоверны. В 2016 г. с засушливой второй половиной лета в вариантах опыта с поздним сроком посева в среднем по всем вариантам густоты посева влажность была наименьшей – 10,2 %.

Средняя уборочная влажность зерна по срокам сева 5 и 15 апреля не имела достоверных различий, при сроке сева 25 апреля была доказуемо выше и составила 15,8 %. С увеличением густоты стояния растений от 40 до 70 тыс./га средняя влажность зерна возрастала, минимальной – 14,1 % она была при сроке сева 5 апреля, но ее увеличение при переходе от 60 до 70 тыс./га находилось в пределах ошибки опыта.

В 2018 г. при увеличении густоты посева достоверно и последовательно возрастала уборочная влажность зерна – от 12,2 % в варианте 40 тыс. шт./га до 17,5 % в варианте 70 тыс. шт./га. Минимальную уборочную влажность зерна – 13,3 и 13,8 %, отмечали при посеве 15 апреля густотой 40 и 50 тыс. шт./га.

Выводы

В результате изучения сроков сева установлено, что в среднем за 2016–2019 гг. продолжительность периода «посев-всходы» гибрида кукурузы Нур была максимальной при самом раннем сроке сева 5 апреля и составила 20,5 суток, при сроке сева 15 апреля – 14 суток, при сроке 25 апреля была минимальной – 12,3 суток.

В наших условиях установлена высокая зависимость урожайности зерна кукурузы от условий года и изучаемых агроприемов (сроков сева, густоты стояния растений), а также их взаимодействия. Наибольшее влияние на величину этого показателя оказывали гидротермические условия года (доля действия погодных условий года на урожай зерна кукурузы составила 89,9 %).

В среднем за 2016–2019 гг. лучшим сроком сева для раннеспелого гибрида Нур в степной зоне Крыма является 15 апреля и густота стояния растений 60 тыс./га. Урожайность зерна – 1,97 т/га, уборочная влажность – 15,1 %.

Корреляция между урожайностью зерна и количеством початков на 100 растениях в опыте была тесной положительной достоверной ($r = 0,75$).

Уборочная влажность зерна варьировала от 10,0 до 25,5 % в зависимости от условий года, срока и густоты посева и в среднем по опыту составила 14,95 %. Минимальная величина этого показателя отмечена на сроке сева 15 апреля с густотой стояния растений 40 и 50 тыс. шт./га – 13,3 и 13,8 % соответственно.

Литература

1. Золотов В. И. Устойчивость кукурузы к засухе – основы биологии, экологии и сортовой агротехники. Днепропетровск: Новая идеология, 2010. 274 с.
2. Весняному полю – інноваційні сорти і технології (особливості вирощування сільськогосподарських культур в Степу України в 2017 році) // відповідальний за випуск Шевченко М. С. Дніпро: Державна установа Інститут зернових культур НААН України, 2017. С. 22–25.
3. Циков В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск: Зоря, 2003. 296 с.
4. Черчель В. Ю. Влажность зерна кукурузы при сборе: формирование, учет, значение [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://propozitsiya.com/vlazhnost-zerna-kukuruzu-pri-sbore-formirovanie-uchet-znachenie> (дата обращения 07.10.2019).
5. Посевные площади Российской Федерации в 2019 году (весеннего учета). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gks.ru/search?q=?q=площади+посева+2019> (дата обращения 12.09.2019).
6. Красненков С. В., Дудка М. І, Березовський С. В., Носов С. С. Вплив строків сівби на врожайність та вологість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості // Бюлетень Інституту зернового господарства степової зони України. 2014. № 7. С. 62–66.
7. Bruns H. A., Abbas H. K. Planting date effects on Bt and non-Bt corn in the Mid-South USA // *Agronomy Journal*. 2005. Vol. 98. No. 1. P. 100–106. DOI: 10.2134/agronj2005.0143.

8. Wijewardana Ch., Hock M., Henry B., Reddy K. R. Screening corn hybrids for cold tolerance using morphological traits for early-season seeding // *Crop Science*. 2015. Vol. 55. P. 851–867. DOI: 10.2135/cropsci2014.07.0487.
9. Багринцева В. Н., Шмалько И. А., Кузнецова С. В., Ивашенко И. Н., Букарев В. В., Никитин С. В. Руководство по технологии возделывания кукурузы на зерно с использованием ранних сроков сева для различных почвенно-климатических зон Ставропольского края с учетом изменяющегося климата. Пятигорск: Пятигорский полиграфический центр «Мастер бланк», 2015. 36 с.
10. Багринцева В. Н., Пелипенко А. Н. Климатические условия периода вегетации кукурузы в Александровском районе ставропольского края // *Вестник АПК Ставрополя*. 2016. № 2 (22). С. 122–125.
11. Белоглазова Е. А. Агроклиматические особенности возделывания зерновых культур в Крыму // *Проблемы ресурсосбережения и охраны окружающей среды в полеводстве Крыма*. Сборник научных трудов ученых агрономического факультета. Симферополь, 1996. С. 140–143.
12. Аргунова К. В., Жук О. Г. Вплив строків сівби і густоти стояння на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Криму на зрошенні // *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 170–174.
13. Богдан П. И. Полевые культуры Крыма. Симферополь: Крымиздат, 1949. С. 270–271.
14. Черкашина А. В. Агроклиматические особенности возделывания кукурузы в степной зоне Крыма в условиях изменяющегося климата // *Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования*. IV Международная научно-практическая конференция. с. Соленое Займище: ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», 2019. С. 243–254. DOI: 10.26150/PAFNC.2019.45.557-1-047.
15. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А., Зубко Д. Г., Маслиев С. В. Густота растений, урожай и влажность зерна раннеспелых гибридов кукурузы // *Кукуруза и сорго*. 2017. № 2. С. 3–8.
16. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу західного // *Бюлетень Інституту зернового господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 31–38.
17. Багринцева В. Н., Шмалько И. А. Оптимальная густота растений раннеспелых гибридов кукурузы // *Кукуруза и сорго*. 2018. № 4. С. 27–31.
18. Гусев В. П., Колесниченко В. Т. Почвы сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов Крымских степей // *Труды Крымской Государственной сельскохозяйственной опытной станции*. 1955. Т. 1. С. 21–49.
19. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
20. Филев Д. С., Циков В. С., Золотов В. И., Логачев Н. И., Телятников Н. Я., Пономаренко А. К. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск: Городская типография № 3, 1980. 54 с.
21. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Пятое издание, переработанное и дополненное. М.: Альянс, 2014. 351 с.
22. Грингоф И. Г., Попова В. Н., Страшный В. Н. Агрометеорология. Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. С. 185.
23. Агрокліматичний довідник по Автономній Республіці Крим (1986–2005 рр.): Довідкове видання // за ред. Прудка О. І., Адаменко Т. І. Симферополь: ЦГМ в АПК, 2011. 344 с.
24. Хомякова Т. В., Зойдзе Е. К. Агроклиматическая оценка почвенных засух на европейской территории РФ (по наземным данным) // *Метеорология и гидрология*. 2002. № 9. С. 75–85.

References

1. Zolotov V. I. Resistance of corn to drought – the basis of biology, ecology and farming techniques. Dnepropetrovsk: Novaya ideologiya, 2010. 274 p.
2. Innovative varieties and technologies to spring field (peculiarities of growing crops in the steppe of Ukraine in 2017) // Responsible for the issue of Shevchenko M. S. Dnipro: State Institution, Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 2017. P. 22–25.
3. Tsikov V. S. Corn: technology, hybrids, seeds. Dnepropetrovsk: Zorya, 2003. 296 p.
4. Cherchel V. Yu. Moisture content of the kernel of maize at the harvest time: formation, accounting, value. [Electronic resource]. Access point: <https://propozitsiya.com/vlazhnost-zerna-kukuruzy-pri-sbore-formirovanie-uchet-znachenie> (reference's date 07.10.2019).
5. The Russian Federation's land under cultivation in 2019 (spring accounting). [Electronic resource]. Access point: <https://www.gks.ru/search?q=q=площади+посева+2019> (reference's date 12.09.2019).

6. Krasnenkov S. V., Dudka M. I., Berezovskiy S. V., Nosov S. S. Influence of planting dates on yield and moisture content of the kernel of maize hybrids of different groups of maturity // Bulletin of the Institute of Grain Economy of the Steppe Zone of Ukraine. 2014. No. 7. P. 62–66.
7. Bruns H. A., Abbas H. K. Planting date effects on Bt and non-Bt corn in the Mid-South USA // Agronomy Journal. 2005. Vol. 98. No. 1. P. 100–106. DOI: 10.2134/agronj2005.0143.
8. Wijewardana Ch., Hock M., Henry B., Reddy K. R. Screening corn hybrids for cold tolerance using morphological traits for early-season seeding // Crop Science. 2015. Vol. 55. P. 851–867. DOI: 10.2135/cropsci2014.07.0487.
9. Bagrintseva V. N., Shmalko I. A., Kuznetsova S. V., Ivashenko I. N., Bukarev V. V., Nikitin S. V. Guide to corn cultivation technology at early planting dates for different soil and climatic zones of the Stavropol Territory taking into account the changing climate. Pyatigorsk: Pyatigorsk Polygraphic Center “Master Blank”, 2015. 36 p.
10. Bagrintseva V. N., Pelipenko A. N. The climatic conditions of the corn growing season in Alexandrovskiy district of Stavropol region // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2016. No. 2 (22). P. 122–125.
11. Beloglazova E. A. Agroclimatic features of cultivation of grain crops in the Crimea // Problems of resource conservation and environmental protection in the agriculture of the Crimea. Collection of scientific works of scientists of the agronomic faculty. Simferopol, 1996. P. 140–143.
12. Argunova K. V., Zhuk O. G. Influence of planting dates and plant density on yield of maize hybrids of different groups of maturity in the Crimea under irrigation // Bulletin of the Institute of Grain Economy. 2010. No. 38. P. 170–174.
13. Bogdan P. I. Field crops of the Crimea. Simferopol: Krymizdat, 1949. P. 270–271.
14. Cherkashyna A. V. Agroclimatic features of maize cultivation in the steppe zone of the Crimea, taking into account the changing climate // Current state of the natural environment and scientific and practical aspects of nature conservation. IV International Scientific and Practical Conference. Village of Solenoye Zaymishche: FSBSI “Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, 2019. P. 243–254. DOI: 10.26150 / PAFNC.2019.45.557-1-047.
15. Orlyanskiy N. A., Orlyanskaya N. A., Zubko D. G., Masliev S. V. Plant density, yield and grain moisture of early maturing corn hybrids // Maize and sorghum. 2017. No. 2. P. 3–8.
16. Moldovan Zh. A., Sobchuk S. I. Influence of planting dates, plant density and abiotic factors on the formation of the yield of maize hybrids of different groups of maturity in the Western Forest Steppe // Bulletin of the Institute of Grain Economy of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine. 2016. No. 11. P. 31–38.
17. Bagrintseva V. N., Shmalko I. A. Optimal plant density of early maturing maize hybrids // Maize and sorghum. 2018. No. 4. P. 27–31.
18. Gusev V. P., Kolesnichenko V. T. Soils of the Agricultural Experimental Station and neighbouring areas of the Crimean steppes // Works of the Crimean State Agricultural Experimental Station. 1955. Vol. 1. P. 21–49.
19. Polovitskiy I. Ya. Gusev P. G. Types of soils in the Crimea and increasing its productivity. Simferopol: Tavriya, 1987. 152 p.
20. Filev D. S., Tsykov V. S., Zolotov V. I., Logachev N. I., Telyatnikov N. Ya., Ponomarenko A. K. Guidelines on field experiments with corn. Dnepropetrovsk: City printing house No. 3, 1980. 54 p.
21. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Пятое издание, переработанное и дополненное. М.: Альянс, 2014. 351 с.
22. Gringof I. G., Popova V. N., Strashniy V. N. Agrometeorology. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. P. 185.
23. Agrarian climatic handbook of the Autonomous Republic of Crimea (1986–2005) // Ed. by Prudko A. I., Adamenko T. I. Simferopol: Central hydrometeorology in the Autonomous Republic of Crimea, 2011. 344 p.
24. Khomyakova T. V., Zoidze E. K. Agroclimatic estimate of soil droughts in European Russia (from surface data) // Meteorologiya i Gidrologiya. 2002. No. 9. P. 75–85.

UDC 633.15:631.5

Cherkashyna A. V., Sotchenko E. F.

INFLUENCE OF PLANTING DATES AND PLANT DENSITY ON YIELD AND MOISTURE CONTENT OF THE KERNEL OF MAIZE AT THE HARVEST TIME UNDER NON-IRRIGATED CONDITIONS IN THE STEPPE ZONE OF THE CRIMEA

Summary. In the light of increased aridity of the climate of the Crimean steppe zone, elements of the agricultural techniques for the non-irrigated cultivation of maize, such as early planting dates and optimal plant density, are of particular importance. The

aim of this work was to identify the optimal planting dates and plant density for an early maturing maize hybrid “Nur” in the steppe zone of Crimea (area having scarce water-resources). The experimental studies were carried out on the trial fields of the FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea” (located in the village of Klepinino, Krasnogvardeyskiy district, Republic of Crimea) from 2016 to 2019 according to the methodology for conducting field experiments with maize. The experimental design included the following options: planting dates (factor A) – April 5, 15 and 25; plant density (factor B) – 40; 50; 60; 70 thousand plants/ha; meteorological conditions of the years of research (factor C). The total area of the experimental plot – 50 m², accounting – 25 m². Field experiments were replicated four times. Soil – chernozems southern low-humus. Meteorological conditions in 2016 were characterized by increased moisture availability (Selyaninov Hydrothermal Coefficient (HTC) = 1.46). The average drought was observed in 2017 (HTC = 0.42). In 2018, we observed weak drought (HTC = 0.65) in 2019, water supply was insufficient (HTC = 0.86). On average, over the years of research, the duration of the “planting-emerging crops” period was the longest at the earliest planting date (April 5th) and amounted 20.5 days. The value of this indicator was 14 days when maize was planted on the 15th of April; April 25th – 12.3 days. In our studies, we established a close dependence between the grain yield and the conditions of the year, planting dates, plant density. Furthermore, their interaction was also established. The hydrothermal conditions of the year had the greatest impact on the grain yield (the share of this factor on the maize grain yield was 89.9 %). On average, over four years of research, the best planting date was April 15th, with a plant density of 60 thousand plants per hectare (yield – 1.97 t/ha, moisture content of the kernel at the harvest time – 15.1 %). The correlation between grain yield and the number of ears of maize per 100 plants in the experiment was close positive ($r = 0.75$). The moisture content of the kernel varied from 10.0 to 25.5 % depending on the conditions of the year, planting dates and plant density. On average, in our research it was 14.95 %. The lowest value of this indicator was noted when maize was planted on April 15th with plant density of 40 and 50 thousand pieces/ha – 13.3 and 13.8 %.

Keywords: corn *Zea mays* L., yield, moisture content of the kernel at the harvest time, planting dates, plant density.

Черкашина Анна Владимировна, научный сотрудник лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: cherkashyna_a@niishk.ru.

Сотченко Елена Федоровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции кукурузы на иммунитет ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»; 357528 Ставропольский край, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14-Б; e-mail: 976067@mail.ru.

Cherkashyna Anna Vladimirovna, researcher of the Laboratory of seed growing and studying cultivars of new genotypes, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail: cherkashyna_a@niishk.ru.

Sotchenko Elena Fedorovna, Cand. Sc. (Biol.). leading researcher of the Department of breeding corn for immunity, FSBSI “All-Russian Research Institute of Corn”; 14-B Yermolova str., Pyatigorsk, Stavropol Krai, 357528, Russia; e-mail: 976067@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 15.09.2019.

Дата принятия к печати – 10.10.2019.