DOI 10.33952/2542-0720-2020-2-22-169-180
УДК 633.255:631.5

Черкашина А. В.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И МЕТЕОУСЛОВИЙ НА КОРМОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В НЕОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. *В связи с проведением сортосмены в Крыму, усилением засушливости климата региона, недостаточной изученностью технологии выращивания кукурузы на силос и зеленый корм на богаре особенно актуальным становится изучение новых гибридов кукурузы и оптимизация основных элементов агротехники. Цель исследования – установить оптимальные сроки сева и густоту стояния растений для формирования наибольшей урожайности зеленой массы гибридов кукурузы разных групп спелости в неорошаемых условиях степной зоны Крыма. Работу выполняли в 2016–2019 гг. на опытном поле отделения полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма» в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой. Материалом для исследования служили три гибрида – Нур, Машук 220 МВ, Машук 355 МВ. Схема опыта включала следующие варианты: срок сева (фактор А) – 5, 15 и 25 апреля; густота стояния растений (фактор В) – 40, 50, 60, 70 тыс. раст./га; метеоусловия лет исследований (фактор С). Уборку осуществляли в фазе молочно-восковой спелости зерна. Общая площадь делянки 50 м^2, учетная – 25 м^2, повторность – четырехкратная. Почва – чернозем южный слабогумусированный. Гидротермический коэффициент за период апрель–сентябрь составил: в 2016 г. – 1,46, 2017 г. – 0,34, 2018 г. – 0,79 и 2019 г. – 0,78. Наибольшее влияние на урожайность зеленой массы и сухого вещества гибридов оказывали гидротермические условия вегетационного периода. В среднем за годы исследования установлена оптимальная густота стояния растений – 70 тыс. раст./га. Лучшим сроком сева для раннеспелого гибрида Нур оказалось 15 апреля: урожайность зеленой массы составила 19,9 т/га, сухого вещества – 7,48 т/га, сбор переваримого протеина – 0,41 т/га, обменной энергии – 81,62 ГДж/га. Для среднераннего гибрида Машук 220 МВ рекомендованы сроки сева 15 и 25 апреля, при которых урожайность зеленой массы составила 18,48 и 19,12 т/га, сухого вещества – 6,58 и 6,40 т/га, сбор переваримого протеина – 0,33 и 0,42 т/га, обменной энергии – 70,94 и 70,81 ГДж/га соответственно. Среднеспелый гибрид Машук 355 МВ необходимо высевать пятого апреля, при этом сроке сева урожайность зеленой массы составила 21,08 т/га, сухого вещества – 7,65 т/га, сбор переваримого протеина – 0,48 т/га, обменной энергии – 87,83 ГДж/га. Доля початков в СВ для трех гибридов была ниже 50 %, что связано с ранней уборкой в связи с засухой, когда листья на растениях преждевременно отмирали.*

Ключевые слова: *кукуруза (Zea mays L.), сроки сева, густота стояния растений, зеленая масса, сухое вещество, переваримый протеин, обменная энергия.*

Введение

Кукуруза является одной из самых важных культур в кормопроизводстве [1]. Она обеспечивает животноводство объемистыми и концентрированными кормами. Зеленая масса, убранная в фазе молочно-восковой и восковой спелости зерна, позволяет получать высококачественный силос [2], который является превосходным кормом, особенно при производстве органической молочной продукции [3].

В неорошаемых условиях Республики Крым урожайность кукурузы на зеленый корм и силос невысокая, характеризуется нестабильностью по годам, и в среднем за

2014–2019 гг. составила 14,6 т/га с варьированием от 9,7 до 20,7 т/га. Посевные площади кукурузы на силос и зеленый корм в Крыму увеличились с 1 тыс. га в 2014 г. до 3,4 тыс. га – в 2019 г. [4].

Реализация потенциальной продуктивности гибридов в производстве сдерживается их недостаточной адаптацией к специфике погодных условий, несоблюдением гибридного состава и технологии выращивания [5].

В связи с проведением сортосмены в Крыму, усилением засушливости климата региона, недостаточной изученностью технологии выращивания кукурузы на силос и зеленый корм на богаре особенно актуальным становится изучение новых гибридов кукурузы и оптимизация основных элементов агротехники, таких как сроки сева и густота стояния растений.

Для организации силосного конвейера необходимо высевать два–три различных по скороспелости гибрида. Посев на силос нескольких биотипов гибридов обоснован также более эффективным использованием влагозапасов почвы при формировании урожая. Соотношение гибридов в южных регионах кукурузосеяния должно быть следующим: раннеспелых и среднеранних гибридов – 25–30 %, среднеспелых – 45–50 %, среднепоздних и позднеспелых – 20–25 % [6]. От возделываемых гибридов зависит урожайность зеленой массы, содержание и выход сухого вещества, в том числе зерна [7].

Использование оптимальных сроков сева является эффективным приемом увеличения урожайности кукурузы [8]. При посеве в ранние сроки в зеленой массе кукурузы содержится больше сухого вещества и выше процент зерна в сухом веществе [9].

Оптимальная структура стеблестоя гибридов разных групп спелости, которая определяется морфобиологическими признаками и густотой стояния растений, играет значительную роль в процессах фотосинтетической деятельности, накоплении сухого вещества и продуктивности кукурузы. Одним из определяющих факторов продуктивности является густота растений [5], которую необходимо устанавливать для каждого гибрида в конкретных агроэкологических условиях выращивания [5, 10].

Цель исследования – установить оптимальные сроки сева и густоту стояния растений для формирования наибольшей урожайности зеленой массы гибридов кукурузы разных групп спелости в неорошаемых условиях степной зоны Крыма.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2016–2019 гг. на опытном поле отделения полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма» (с. Клепинино Красногвардейского района Республики Крым). Почва – чернозем южный слабогумусированный, развитый на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах [11]. Мощность гумусового слоя составляет 57–70 см, из них горизонт А – 24–36 см. На пашне содержание гумуса (по методу Тюрина) составляет 2,4–2,7 %. В пахотном слое на 100 г абсолютно сухой почвы содержится легкогидролизуемого азота – 5,2 мг, подвижных форм фосфора (по Мачигину) – 1,0–2,5 мг, калия (по Мачигину) – 42,0 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 в верхнем горизонте слабощелочная (pH = 7,7–7,9) [12].

Предмет исследования – гибриды кукурузы трех групп спелости (раннеспелый – Нур, среднеранний – Машук 220 МВ, среднеспелый – Машук 355 МВ) и элементы технологии (сроки сева и густота стояния растений). Объект исследования – формирование продуктивности гибридов разных групп спелости в зависимости от элементов технологии в условиях изменяющегося климата.

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

Предшественник – зерновые колосовые культуры. Весной под культивацию вносили аммиачную селитру (100 кг/га в физической массе). Для борьбы с сорняками применяли гербицид «Аденго» (0,5 л/га). Исследования проводили в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой [13]. Общая площадь делянки – 50 м^2, учетная – 25 м^2, повторность – четырехкратная. Посев осуществляли сеялкой «СПУ-8». Густоту стояния растений формировали вручную в фазе четырех–пяти листьев [13]. Уборку проводили в фазе молочно-восковой спелости зерна. Сырую клетчатку определяли по ГОСТ 31675–2012 [14]. Расчет энергетической питательности зеленой массы, выраженной в показателях обменной энергии (ОЭ) и кормовых единицах для крупного рогатого скота (КЕ) проводили с учетом содержания массовой доли сырой клетчатки (СК) в сухом веществе по уравнениям: ОЭ = 15,0 − 0,18 × СК; КЕ = ОЭ^2 × 0,0081 [15].

Массовую долю переваримого протеина (ПП) с учетом содержания массовой доли сырого (СП) в сухом веществе определяли по формуле: ПП = 0,99 × СП − 3,96 [15].

Статистическую обработку полученных результатов проводили методом трехфакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [16].

Для характеристики метеоусловий за годы исследований использовали материалы многолетних наблюдений метеостанции с. Клепинино (таблицы метеорологических и агрометеорологических сведений ТСХ-8, агрометеорологические обзоры). Для оценки условий увлажнения рассчитывали гидротермический коэффициент (ГТК), предложенный Г. Т. Селяниновым [17]. Средние многолетние данные приведены по агроклиматическому справочнику за 1986–2005 гг. [18].

В среднем за годы исследований метеоусловия периода вегетации кукурузы характеризовались повышенным температурным режимом и сильно варьировали по годам. Средняя за четыре года сумма активных температур за этот период составляла 3502,7 °С и превысила среднемноголетнюю норму на 324,7 °С, или на 9,3 % (таблица 1).

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

Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	Среднемноголетнее значение
Сумма активных температур,°С	3508,2	3356,8	3721,8	3423,8	3502,7	3178,0
Количество осадков, мм	521,9	149,9	294,9	266,9	308,4	249,0
Гидротермический коэффициент	1,46	0,34	0,79	0,78	0,84	0,73
Количество дней с влажностью воздуха 30 % и ниже	22,0	83,0	72,0	20,0	49,3	43,3

2017 г. характеризовался самой низкой теплообеспеченностью, однако сумма активных температур превысила среднемноголетнюю норму на 178,0 °С.

Количество осадков за период апрель–сентябрь резко различалось по годам исследований. Среднее за годы исследований количество осадков составило 308,4 мм (123,9 % от среднемноголетнего значения). В 2017 г. выпало 149,9 мм (60,2 % нормы), в 2016 г. – 521,9 мм (209,6 % среднемноголетней нормы). Сезоны 2018 и 2019 гг. не имели настолько резких отличий по этому показателю и превысили среднемноголетнее значение на 45,9 и 17,9 мм соответственно.

Условия степной зоны Крыма характеризуются низкой влажностью воздуха, в среднем за 2016–2019 гг. количество дней с влажностью воздуха 30 % и ниже превысило среднемноголетнее значение на шесть дней (13,9 %). Значения этого показателя находились в пределах от 20 дней (46 % нормы) в 2019 г. до 83 дней в 2017 г., что составило 193 % нормы. В Крыму испарение значительно превосходит количество выпадающих осадков.

Для оценки условий влагообеспеченности использовали гидротермический коэффициент (ГТК) по Г. Т. Селянинову [17]. При среднемноголетнем значении ГТК за период апрель–сентябрь 0,73 (слабая засуха по шкале Т. В. Хомяковой и Е. К. Зоидзе [19]), условия 2017 г. характеризовались как сильная засуха (ГТК = 0,34), в 2016 г. влагообеспеченность была повышенной (ГТК =1,46), в 2018–2019 гг. – недостаточной (ГТК = 0,79 и 0,78 соответственно). Почва прогревалась быстро, средняя температура на глубине 10 см уже в первой декаде апреля во все годы исследований превысила 10 °С. Запасы продуктивной влаги в посевной период во все сроки посева за все годы проведения опытов были достаточными для получения всходов. В среднем за годы исследований наибольшие запасы продуктивной влаги в почве были 15 апреля. Самыми благоприятными для вегетации кукурузы оказались метеорологические условия 2019 и 2016 гг. Самым неблагоприятным по условиям увлажнения был 2017 г.

Результаты и их обсуждение

В среднем по опыту за 2016–2019 гг. урожайность зеленой массы с початками в фазе молочно-восковой спелости (МВС) раннеспелого гибрида Нур составила 16,17 т/га с варьированием от 4,48 т/га при сроке сева пятого апреля и густоте стояния 40 тыс. раст./га в 2017 г. до 34,47 т/га при севе 15 апреля и густоте стояния 70 тыс. раст./га в 2019 г. (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы с початками в фазе МВС гибрида кукурузы Нур, т/га

Срок сева (фактор А)	Густота стояния растений, тыс./га (фактор В)	Год (фактор С)				Средняя по фактору А	Средняя по фактору В
		2016	2017	2018	2019		
5 апреля	40	10,92	4,48	9,14	23,69	15,25	13,06
	50	13,00	7,15	10,98	26,45		15,15
	60	15,78	7,38	10,53	29,67		16,88
	70	17,15	10,99	13,67	32,99		19,58
15 апреля	40	11,52	6,20	12,05	23,77	16,25	
	50	12,05	7,40	14,99	24,45		
	60	13,26	11,88	14,48	28,36		
	70	15,89	12,42	16,82	34,47		
25 апреля	40	12,20	4,92	12,44	25,35	17,00	
	50	12,65	6,25	14,72	31,69		
	60	16,46	9,54	17,00	28,21		
	70	16,73	10,77	20,13	32,99		
Средняя по фактору С		13,97	8,28	13,91	28,51		
$НСР_{05}$ по факторам В – 1,655; С – 1,189; АС – 3,866; А, АВ; ВС, АВС – $F_{факт.} < F_{теор.}$							

Сроки сева в среднем за годы исследований не оказывали существенного влияния на урожайность зеленой массы, однако наблюдали тенденцию к увеличению средней по фактору А от срока сева пятого апреля к сроку сева 25 апреля с 15,25 до 17,00 т/га.

Значительное влияние на урожайность зеленой массы гибрида кукурузы Нур оказывали гидротермические условия годов проведения опытов (что согласуется с результатами других авторов [7, 20]), густота стояния растений и взаимодействие срока сева и условий года.

Минимальная в опыте средняя по фактору С урожайность зеленой массы зафиксирована в засушливом 2017 г. (8,28 т/га), максимальная (28,51 т/га) – в 2019 г., когда условия увлажнения были близки к среднемноголетним. С увеличением густоты стояния растений наблюдали рост урожайности зеленой массы. Средняя по фактору В

урожайность увеличивалась от 13,06 т/га при густоте стояния растений 40 тыс. раст./га до 19,58 т/га при густоте стояния 70 тыс. раст./га.

Урожайность сухого вещества – более объективный показатель оценки продуктивности гибридов при возделывании их на силос и зеленый корм [2]. Анализ урожайности сухого вещества (СВ) гибрида Нур также, как и для урожайности зеленой массы, показал высокую ее зависимость от условий года, но сроки сева и густоты стояния растений оказывали достоверное влияние на величину этого показателя, также как и взаимодействие срока сева и условий года, густоты стояния растений и условий года, тройное взаимодействие изучаемых факторов (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность сухого вещества гибрида кукурузы Нур в фазе молочно-восковой спелости, т/га и доля початков в сухом веществе, %

Срок сева (фактор А)	Густота стояния растений, тыс./га (фактор В)	Год (фактор С)				Средняя по фактору А	Средняя по фактору В	Доля початков в СВ, %
		2016	2017	2018	2019			
5 апреля	40	5,32	1,27	2,51	8,15	5,71	4,82	28,49
	50	6,55	1,96	2,88	8,75		5,83	31,02
	60	7,68	2,05	2,71	8,73		6,10	27,59
	70	8,27	1,75	3,33	10,88		6,66	28,95
15 апреля	40	5,61	2,35	3,58	10,16	6,69		33,60
	50	5,8	3,32	4,54	13,94			29,63
	60	7,45	3,41	4,07	12,96			27,58
	70	7,55	3,39	4,72	14,25			27,34
25 апреля	40	5,11	1,72	3,84	8,27	5,70		33,59
	50	5,33	2,26	4,53	10,14			31,92
	60	6,7	2,92	5,09	9,45			34,26
	70	7,12	3,23	6,02	9,37			23,47
Средняя по фактору С		6,54	2,47	3,99	10,42			
НСР $_{05}$ по факторам А – 0,246; В – 0,213; С – 0,033; АВ – $F_{факт.}<F_{теор.}$; АС – 0,552; ВС – 0,610; АВС – 1,069								$F_{факт.}<F_{теор.}$

Средняя по опыту урожайность сухого вещества гибрида кукурузы Нур в фазе молочно-восковой спелости (МВС) составила 5,85 т/га, с варьированием средней по фактору С от 2,47 т/га в 2017 г. до 10,42 т/га в 2019 г. Наибольший средний урожай абсолютно сухого вещества по фактору А был зафиксирован при посеве 15 апреля (6,69 т/га), достоверно превысив сроки пятого и 25 апреля. С увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. раст./га достоверно возрастала и урожайность абсолютно сухого вещества – с 4,82 до 6,66 т/га. Несмотря на тенденцию к снижению доли початков в СВ с загущением посевов, сроки сева и густота стояния не имели достоверного влияния на величину этого показателя, в среднем по гибриду Нур в СВ доля початков составила 29,79 %. Снижение доли початков в СВ в среднем за годы исследований обусловлено тем, что в 2017 г. в условиях засухи (ГТК = 0,34) происходило резкое снижение доли початков в СВ до 9,26 % у гибрида Нур. То есть, в 2017 г. зеленая масса представляла собой листостебельную массу и уборку осуществляли, когда растения начинали засыхать, не ожидая наступления уборочной спелости.

При посеве 15 апреля в зеленой массе с початками в фазе МВС раннеспелого гибрида Нур массовая доля сырого протеина, сбор переваримого протеина, сбор кормовых единиц и концентрация обменной энергии в СВ были максимальными, по сравнению с другими сроками сева (таблица 4).

Таким образом, для раннеспелого гибрида кукурузы Нур для получения зеленой массы с початками в фазе МВС в богарных условиях степной зоны Крыма рекомендованным сроком сева является срок сева 15 апреля, густота стояния растений – 70 тыс. растений/га.

Таблица 4 – Кормовая ценность и обменная энергия (ОЭ), полученная с урожаем зеленой массы с початками гибридов кукурузы при различных сроках сева

Гибрид	Срок сева	Массовая доля клетчатки, % на СВ	Массовая доля сырого протеина, % на СВ	Сбор переваримого протеина, т/га	КЕ, тыс. на га	ОЭ ГДж/га
Нур	5 апреля	18,15	9,91	0,33	6,37	67,00
	15 апреля	15,55	10,19	0,41	8,07	81,62
	25 апреля	15,75	8,83	0,27	6,83	69,34
Машук 220 МВ	5 апреля	14,30	10,27	0,34	6,92	68,72
	15 апреля	17,10	9,65	0,33	6,85	70,94
	25 апреля	15,28	11,33	0,42	7,03	70,81
Машук 355 МВ	5 апреля	14,80	10,76	0,48	8,78	87,83
	15 апреля	16,40	10,69	0,46	8,22	84,22
	25 апреля	13,58	9,30	0,32	7,79	76,59

В среднем по опыту за 2016–2019 гг. урожайность зеленой массы с початками в фазе МВС среднераннего гибрида кукурузы Машук 220 МВ составила 16,31 т/га с варьированием от 5,76 т/га при сроке сева 25 апреля и густоте стояния 40 тыс. раст./га в 2017 г. до 31,45 т/га при севе пятого апреля и густоте стояния 70 тыс. раст./га в 2019 г. (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность зеленой массы с початками в фазе МВС гибрида кукурузы Машук 220 МВ, т/га

Срок сева (фактор А)	Густота стояния растений, тыс./га (фактор В)	Год (фактор С)				Средняя по фактору А	Средняя по фактору В
		2016	2017	2018	2019		
5 апреля	40	12,88	6,48	13,30	21,68	16,86	13,33
	50	15,80	8,35	13,34	26,30		15,55
	60	19,86	8,82	15,03	27,39		17,12
	70	19,60	10,99	18,54	31,45		19,25
15 апреля	40	14,84	7,72	10,02	21,46	16,35	
	50	17,55	9,20	13,75	23,51		
	60	18,72	11,94	12,77	26,20		
	70	18,13	12,60	14,28	28,93		
25 апреля	40	11,60	5,76	13,00	21,26	15,72	
	50	16,15	6,75	13,30	22,57		
	60	17,83	7,02	17,38	22,51		
	70	19,60	11,41	18,95	26,53		
Средняя по фактору С		16,88	8,92	14,47	24,98		
НСР $_{05}$ по факторам В – 1,138; С – 1,150; АС – 2,157; А, АВ; ВС, АВС – $F_{факт.}<F_{теор.}$							

Для гибрида Машук 220 МВ доказано достоверное влияние на урожайность зеленой массы следующих факторов: метеоусловий годов проведения опытов, густоты стояния растений и взаимодействия срока сева и условий года. Средняя по фактору С урожайность зеленой массы была наименьшей в 2017 г. – 8,92 т/га, наибольшей – 24,98 т/га в 2019 г. При увеличении густоты посева урожайность зеленой массы возрастала. Средняя по фактору В урожайность увеличивалась от 13,33 т/га при густоте стояния растений 40 тыс. раст./га до 19,25 т/га при густоте стояния 70 тыс. раст./га.

На урожайность СВ гибрида Машук 220 МВ наибольшее влияние оказывали погодные условия, доказуемым было действие густоты растений, сроков сева, а также взаимодействие факторов: срока сева и условий года, тройного взаимодействия (срок сева, густота растений, условия года), густоты стояния растений и условий года (таблица 6).

Таблица 6 – Урожайность сухого вещества гибрида кукурузы Машук 220 МВ в фазе МВС, т/га и доля початков в сухом веществе, %

Срок сева (фактор А)	Густота стояния растений, тыс./га (фактор В)	Год (фактор С)				Средняя по фактору А	Средняя по фактору В	Доля початков в СВ, %
		2016	2017	2018	2019			
5 апреля	40	5,01	1,26	3,97	7,13	5,53	4,82	22,57
	50	5,47	2,86	3,90	10,40		5,71	24,93
	60	7,16	3,01	4,13	9,18		6,07	16,91
	70	6,98	2,87	5,08	10,14		6,42	17,02
15 апреля	40	5,24	2,00	4,88	7,93	5,95		24,97
	50	5,93	2,77	6,62	8,13			22,98
	60	6,82	3,35	6,00	9,25			20,36
	70	6,82	3,08	6,13	10,29			16,63
25 апреля	40	4,07	1,68	6,43	8,29	5,78		25,24
	50	5,38	1,98	7,47	7,65			21,67
	60	5,40	2,04	8,89	7,67			21,31
	70	6,13	1,93	8,72	8,83			22,43
Средняя по фактору С		5,87	2,40	6,02	8,74			
НСР $_{05}$ по факторам А – 0,193; В – 0,284; С – 0,265; АВ – $F_{факт.} < F_{теор.}$; АС – 0,441; ВС – 0,54; АВС – 0,922								$F_{факт.} < F_{теор.}$

Средняя по опыту урожайность сухого вещества гибрида кукурузы Машук 220 МВ в фазе МВС составила 5,76 т/га, минимальной по годам она была в 2017 г. (2,4 т/га), максимальной – в 2019 г. (8,74 т/га). При сроке сева пятого апреля сбор сухого вещества был достоверно ниже других сроков сева. При сроках сева 15 и 25 апреля урожайность сухого вещества составила 5,95 и 5,78 т/га соответственно, однако концентрация обменной энергии была невысокой – 70,94 и 70,81 ГДж/га, поскольку доля початков в СВ была минимальной, по сравнению с другими гибридами и составила 21,42 %. В 2017 г. доля початков в СВ снижалась до 1,12 %.

С загущением посева от 40 до 70 тыс. раст./га средняя по фактору В урожайность СВ увеличивалась с 4,82 до 6,42 т/га, доля початков имела тенденцию к снижению, однако это снижение было недоказуемым.

Таким образом, для среднераннего гибрида кукурузы Машук 220 МВ для получения зеленой массы с початками в фазе МВС в богарных условиях степной зоны Крыма рекомендованным сроком сева является срок сева 15 и 25 апреля, густота стояния растений 70 тыс. раст./га.

Среднеспелый гибрид кукурузы Машук 355 МВ в среднем по опыту формировал урожайность зеленой массы с початками в фазе МВС 19,3 т/га. Минимум составил 8,36 т/га при посеве 5 апреля с густотой стояния 40 тыс. раст./га в 2017 г., максимум – 39,15 т/га, при посеве 15 апреля с густотой стояния растений 70 тыс. раст./га в 2019 г. (таблица 7).

Установлено влияние на урожайность зеленой массы условий года, густоты стояния растений, взаимодействия густоты стояния растений и условий года, сроков сева и условий года. В среднем по фактору В при густоте 40 тыс. растений/га получена самая низкая урожайность зеленой массы – 16,2 т/га.

Средняя по опыту урожайность сухого вещества гибрида Машук 355 МВ составила 6,74 т/га, средняя по фактору А урожайность была минимальной при сроке сева 25 апреля – 6,1 т/га, что позволяет рекомендовать два срока сева – пятое и 15 апреля (таблица 8).

Таблица 7 – Урожайность зеленой массы с початками в фазе МВС гибрида кукурузы Машук 355 МВ, т/га

Срок сева (фактор А)	Густота стояния растений, тыс./га (фактор В)	Год (фактор С)				Средняя по фактору А	Средняя по фактору В
		2016	2017	2018	2019		
5 апреля	40	16,40	8,36	13,63	25,82	19,62	16,12
	50	20,25	11,10	15,38	32,63		19,47
	60	24,00	12,42	17,15	30,76		20,32
	70	26,67	11,62	15,69	32,01		21,30
15 апреля	40	16,40	9,40	13,08	29,95	20,58	
	50	19,75	11,45	20,34	29,00		
	60	20,46	16,50	17,82	30,84		
	70	22,19	14,56	18,47	39,15		
25 апреля	40	12,84	8,48	10,32	28,78	17,71	
	50	16,60	9,95	18,96	28,26		
	60	18,60	11,04	15,50	28,80		
	70	17,01	9,80	16,15	32,35		
Средняя по фактору С		19,26	11,22	16,04	30,69		
НСР $_{05}$ по факторам В – 1,27; С – 1,245; АС – 7,826; ВС – 2,50; А, АВ, АВС – $F_{факт.}<F_{теор.}$							

Таблица 8 – Урожайность сухого вещества гибрида кукурузы Машук 355 МВ в фазе МВС, т/га и доля початков в сухом веществе, %

Срок сева (фактор А)	Густота стояния растений, тыс./га (фактор В)	Год (фактор С)				Средняя по фактору А	Средняя по фактору В	Доля початков в СВ, % (2016–2019 гг.)
		2016	2017	2018	2019			
5 апреля	40	5,85	2,2	7,36	8,69	7,12	5,69	31,99
	50	6,57	2,37	8,25	12,73		6,76	31,24
	60	7,7	2,86	8,5	10,2		7,04	26,88
	70	9,07	3,19	6,84	11,5		7,45	25,66
15 апреля	40	5,1	2,05	5,51	10,12	6,99		27,53
	50	5,7	2,27	9,18	9,63			26,45
	60	7,01	2,7	8,42	12,72			25,51
	70	7,54	1,08	9,37	13,47			27,62
25 апреля	40	4,55	1,86	4,72	10,29	6,1		25,00
	50	5,84	1,32	7,48	9,76			28,35
	60	4,84	1,37	7,7	10,53			22,76
	70	5,05	1,19	9,35	11,74			27,23
Средняя по фактору С		6,24	2,04	7,72	10,95			
НСР $_{05}$ по факторам А – 0,761; В – 0,317; С – 0,376; АВ – 0,895; АС – 0,942; ВС – 0,724; АВС – 1,435.								$F_{факт.}<F_{теор.}$

В среднем за четыре года наблюдалась тенденция снижения доли початков в сухом веществе от раннего срока сева пятого апреля к более позднему – 25 апреля. В 2017 г. початки практически не образовались, их доля в СВ составила 0,29 %.

По кормовой ценности урожай зеленой массы срока сева пятого апреля превосходил срок 15 апреля на 0,56 тыс. КЕ/га (6,37 %), по концентрации ОЭ – на 5,61 ГДж/га (6,39 %). С учетом этих показателей целесообразно рекомендовать срок посева пятого апреля. Максимальная средняя урожайность по фактору В была отмечена при густоте 70 тыс. раст./га – 7,45 т/га.

Для среднеспелого гибрида Машук 355 МВ рекомендуется срок сева пятое апреля и густота стояния 70 тыс. раст./га.

Выводы

Урожайность зеленой массы, сухого вещества гибридов кукурузы разных групп спелости в неорошаемых условиях степной зоны Крыма в большей степени зависела от гидротермических условий вегетационного периода.

В среднем за 2016–2019 гг. установлено, что оптимальной густотой стояния растений для всех изученных гибридов является 70 тыс. раст./га.

Для раннеспелого гибрида Нур оптимальным сроком сева оказалось 15 апреля: урожайность зеленой массы составила 19,9 т/га, сухого вещества – 7,48 т/га, сбор переваримого протеина – 0,41 т/га, обменной энергии – 81,62 ГДж/га.

Для среднераннего гибрида Машук 220 МВ рекомендованы сроки сева 15 и 25 апреля, при которых урожайность зеленой массы составила 18,48 и 19,12 т/га соответственно, сухого вещества – 6,58 и 6,40 т/га, сбор переваримого протеина – 0,33 и 0,42 т/га, обменной энергии – 70,94 и 70,81 ГДж/га.

Среднеспелый гибрид Машук 355 МВ необходимо высевать пятого апреля, при этом получена урожайность зеленой массы 21,08 т/га, сухого вещества – 7,65 т/га, сбор переваримого протеина – 0,48 т/га, обменной энергии – 87,83 ГДж/га.

Доля початков в СВ для трех гибридов была ниже 50 %, что связано с ранней уборкой в связи с засухой, когда листья на растениях преждевременно отмирали.

Литература

1. Кириллов Н. А., Соколова Е. А. Урожайность зеленой массы и зерна гибридов кукурузы отечественной селекции // Аграрная Россия. 2019. № 6. С. 29–33. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-6-29-33.

2. Таранухо В. Г., Бичан Э. Д. Сравнительная оценка гибридов кукурузы по урожайности зеленой массы и сухого вещества // Сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора М. Е. Николаева: Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. С. 216–218.

3. Fischer J., Bohm H., Hess J. Maize-bean intercropping yields in Northern Germany are comparable to those of pure silage maize // European Journal of Agronomy. 2020. Vol. 112. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125947.

4. 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).

5. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин // Агробіологія. 2015. № 2. С. 77–82.

6. Циков В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск: Зоря, 2003. 296 с.

7. Зезин Н. Н., Панфилов А. Э., Намятов Н. А. Влияние агротехнических приемов возделывания кукурузы на ее качество // Теория и практика мировой науки. 2017. № 6. С. 2–7.

8. Zhang X. P., Cheng J. L., Wang B., Yan P., Dai H. C., Chen Y. Q., Sui P. Optimum Sowing Dates for High-Yield Maize when Grown as Sole Crop in the North China Plain // Agronomy. 2019. Vol. 9. Iss. 4. DOI: 10.3390/agronomy9040198.

9. Мингалев С. К., Лаптев В.Р., Сурин И.В. Влияние сроков посева на формирование урожайности зеленой массы и продуктивности гибридов кукурузы в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2014. № 1. С. 20–22.

10. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А., Зубко Д. Г., Маслиёв С. В. Густота растений, урожай и влажность зерна раннеспелых гибридов кукурузы // Кукуруза и сорго. № 2. 2017. С. 3–8.

11. Гусев В. П., Колесниченко В. Т. Почвы сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов Крымских степей // Труды Крымской Государственной сельскохозяйственной опытной станции. Т. 1. Симферополь: Крымиздат, 1955. С. 21–49.

12. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.

13. 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.

14. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/gost-31675-2012 (дата обращения 14.12.2019).

15. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М.: ЦИНАО, 2002. 75 с.

16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Грингоф И. Г., Попова В. Н., Страшный В. Н. Агрометеорология. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. С. 185.
18. Агрокліматичний довідник по Автономній Республіці Крим (1986–2005 рр.): довідкове видання // за ред. Прудка О. І., Адаменко Т. І. Сімферополь: ЦГМ в АРК, 2011. 344 с.
19. Хомякова Т. В., Зоидзе Е. К. Агроклиматическая оценка почвенных засух на европейской территории РФ (по наземным данным) // Метеорология и гидрология. 2002. № 9. С. 75–85.
20. Ferreira G. Understanding the effects of drought stress on corn silage yield and quality // Proceedings of Tri-State Dairy Nutrition Conference. Fort Wayne, Indiana, USA, 2015. P. 91–99. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?customersID =ISIResearchSoft&mode=FullRecord&IsProductCode=Yes&product=WOS&Init=Yes&Func=Frame&DestFail=htt p%3A%2F%2Fwww.webofknowledge.com&action=retrieve&SrcApp=EndNoteWeb&SrcAuth=ISIResearch Soft& SID=E6jOLYU3scX7K7CcbHM&UT=WOS%3A000381162600008 (дата обращения 05.05.2020).

References

1. Kirillov N.A., Sokolova E.A. Yield of green mass and grain of maize hybrids of domestic selection // Agrarnaya Rossiya (Agrarian Russia). 2019. No. 6. P. 29–33. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-6-29-33
2. Taranukho V. G., Bichan E. D. Comparative evaluation of maize hybrids by yield of green mass and dry matter // Collection of articles on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of Professor M. E. Nikolaev: Technological aspects of crop cultivation. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy, 2016. P. 216–218.
3. Fischer J., Bohm H., Hess J. Maize-bean intercropping yields in Northern Germany are comparable to those of pure silage maize // Europaen Journal of Agronomy. 2020. Vol. 112. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125947.
4. 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 date12.09.2019).
5. Grabovskii M. B., Grabovskii T. O. Productivity of maize hybrids depending on the plants' density // Agrobiology. 2015. No. 2. P. 77 – 82.
6. Tsikov V. S. Corn: technology, hybrids, seeds. Dnepropetrovsk: Zorya, 2003. 296 p.
7. Zezin N.N., Panfilov A.E. Influence of agrotechnical receptions of emergency corns on its quality// Theory and practice of the world science. 2017. No.6. P. 2–7.
8. Zhang X. P., Cheng J. L., Wang B., Yan P., Dai H. C., Chen Y. Q., Sui P. Optimum Sowing Dates for High-Yield Maize when Grown as Sole Crop in the North China Plain // Agronomy. 2019. Vol. 9. Iss. 4. DOI: 10.3390/agronomy9040198.
9. Mingaliov S. K., Laptev V. R., Surin I. V. The influence of sowing dates on the formation of green mass yield and maize hybrids productivity in the middle Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 1. P. 20–22.
10. 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.
11. Gusev V. P., Kolesnichenko V. T. Soils of the Agricultural Experimental Station and the surrounding areas of the Crimean steppes // Scientific works of the Crimean State Agricultural Experimental station. Vol. 1. Simferopol: Krymizdat, 1955. P. 21–49.
12. Polovitskiy I. Ya. Gusev P. G. Types of soils in the Crimea and increasing its productivity. Simferopol: Tavriya, 1987. 152 p.
13. 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.
14. GOST 31675-2012. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. [Electronic resource]. Access point: http://docs.cntd.ru/document/gost-31675-2012 (reference's date 14.12.2019).
15. Guidelines for assessing quality and nutritional value of feed. Moscow: CINAO, 2002. 75 p.
16. Dospekhov B. A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
17. Gringof I. G., Popova V. N., Strashniy V. N. Agrometeorology. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. P. 185.
18. 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.
19. 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.
20. Ferreira G. Understanding the effects of drought stress on corn silage yield and quality // Proceedings of Tri-State Dairy Nutrition Conference. Fort Wayne, Indiana, USA, 2015. [Electronic resource]. Access point: http://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?customersID=ISIR esearchSoft&mode =FullRecord&IsProductCode=Yes&product=WOS&Init=Yes&Func=Frame&DestFail=http%3A%2F%2F www.webofknowledge.com&action=retrieve&SrcApp=EndNoteWeb&SrcAuth=ISIResearchSoft&SID=E6jO LYU3scX7K7CcbHM&UT=WOS %3A000381162600008 (reference's date 05.05.2020).

UDC 633.255:631.5

Cherkashyna A. V.

INFLUENCE OF ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGY AND WEATHER CONDITIONS ON FORAGE PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS UNDER NON-IRRIGATED CONDITIONS IN THE STEPPE ZONE OF THE CRIMEA

Summary. *Currently, it is especially important to study new maize hybrids and to optimize such elements of maize cultivation as planting dates and plant density due to increased aridity of the climate, insufficient knowledge on the technology of growing maize for silage and green forage on non-irrigated areas, as well as because of the changing varietal assortment on the fields of the Crimean Peninsula. The aim of the research was to identify optimum planting dates and plant density for maize hybrids of different maturity groups to provide the highest yield of green mass under rain-fed conditions of the steppe zone of the Crimea. The experimental studies were carried out in the FSBSI "Research Institute of Agriculture 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 m^2, accounting – 25 m^2. Field experiments were replicated four times. Soil – chernozems southern low-humus. Selyaninov Hydrothermal Coefficient (HTC) during the growing season of maize (April-September) was 1.46 in 2016; 0.34 in 2017; 0.79 in 2018; 0.78 in 2019. Hydrothermal conditions of the growing season had the most considerable influence on the yield of green mass and dry matter of maize hybrids of different maturity groups. On average, for the period from 2016 to 2019, the optimum plant density for hybrids was 70 thousand plants per hectare. The best planting dates for early-ripening maize hybrid 'Nur' was April 15th, when the yield of green mass was 19.9 t/ha, dry matter – 7.48 t/ha, collection of digestible protein – 0.41 t/ha, metabolic energy – 81.622 GJ ha. For the mid-early hybrid 'Mashuk 220 MV', the recommended planting dates are April 15th and 25th, when the yield of green mass was 18.48 and 19.12 t/ha, dry matter – 6.58 and 6.40 t/ha, collection of digestible protein – 0.33 and 0.42 t/ha, metabolic energy – 70.94 and 70.81 GJ/ha. Medium ripening hybrid 'Mashuk 355 MV' must be sown on April 5th; in this case, the yield of green mass – 21.08 t/ha, dry matter – 7.65 t/ha, collection of digestible protei– 0.48 t/ha, metabolic energy – 87.83 GJ/ha. The proportion of maize cobs in the dry matter for this three hybrids was below 50 % due to early harvest because of drought when the leaves on the plants died prematurely.*

Keywords: *corn Zea mays L., planting dates, plant density, green mass, dry matter, digestible protein, metabolic energy.*

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.

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

Дата поступления в редакцию – 23.03.2020.
Дата принятия к печати – 20.05.2020.