

## ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПО КОРМОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОЛУГОВОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО УРАЛА

© 2024 г. Н. Н. Зезин<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, П. Ю. Овчинников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук,  
620142, Екатеринбург, ул. Белинского, 112-а

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы  
357528, Ставропольский край, Пятигорск, ул. Ермолова, 14Б  
E-mail: ovchinnikov-paha@mail.ru

*Исследования проводили с целью оценки кормовой продуктивности различных по скороспелости гибридов кукурузы, созданных во Всероссийском научно-исследовательском институте кукурузы, в условиях Свердловской области. Работу выполняли в 2019–2023 гг. Всего было изучено 12 гибридов кукурузы с ФАО 140–180. Почва опытного участка – темно-серая лесная слабоподзоленная тяжелосуглинистая. В среднем за 5 лет наибольшее содержание сухого вещества в зеленой массе (32,4...36,1 %) отмечали у гибридов с ФАО 140–150, среди которых выделились К 140 (35,0 %) и Машук 140 (36,1 %). У генотипов из группы ФАО 140 (К 140, Нур) содержание крахмала в сухой массе достигало 31,1...30,4 %, в то время как в группе ФАО 180 (Шихан) оно составляло всего 24,7 %. Максимальная в среднем за годы исследований продуктивность отмечена у гибридов ФАО 170–180 Машук 172 и Шихан (34,8 т/га), минимальная – у гибридов ФАО 140 К 140 (26,3 т/га) и Машук 140 (26,5 т/га). На фоне дефицита тепла (2019 г.) наибольшей продуктивностью отличались гибриды группы ФАО 140–150: К 140 (3,88 т/га), Нур (4,03 т/га), Машук 140 (3,99 т/га), К 150 (4,11 т/га). Наибольшим сбором целевого компонента – крахмала в среднем за 5 лет характеризовались гибриды группы ФАО 140–150: Нур (2,93 т/га), К 150 (2,81 т/га) и Машук 140 (2,68 т/га). В условиях Среднего Урала из набора изученных гибридов наибольшей кормовой продуктивностью обладали К 140, Нур, Машук 140, К 150.*

## ESTIMATION OF CORN HYBRIDS OF DIFFERENT EARLY MATURITY BY FODDER PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-MEADOW ZONE OF THE MIDDLE URALS

N. N. Zezin<sup>1</sup>, P. Yu. Ovchinnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ural Federal Agricultural Scientific Center, Ural branch, Russian Academy of Sciences,  
620142, Ekaterinburg, ul. Belinskogo, 112 A  
E-mail: ovchinnikov-paha@mail.ru

<sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Corn,  
357528, Stavropol'skii krai, Pyatigorsk, ul. Ermolova, 14-B

*The paper presents the results of assessing the feed productivity of various ultra-early and early-maturing corn hybrids created by the All-Russian Research Institute of Corn. In the Sverdlovsk region, 12 corn hybrids with FAO 140–180 were studied in 2019–2023. The soil of the research site is dark gray, forest, slightly podzolized, heavy loamy. On average, over 5 years, the highest dry matter content is 32.4... 36.1 % were recorded in the FAO 140–150 group, among which hybrids K 140 (35.0 %) and Mashuk 140 (36.1 %) stand out. In the FAO 140 group (K 140, Nur), the starch content in dry matter reached a maximum of 31.1... 30.4 per cent, while for FAO 180 (Sheehan) it was only 24.7 per cent. The maximum productivity on average over the years of research was observed in hybrids FAO 170–180 Mashuk 172 and Shihan (34.8 t/ha). The minimum for hybrids FAO 140 K 140 (26.3 t/ha) and Mashuk 140 (26.5 t/ha). Against the background of heat deficit (2019), the maximum productivity was in the FAO 140–150 groups: K 140 (3.88 t/ha), Nur (4.03 t/ha), Mashuk 140 (3.99 t/ha), K 150 (4.11 t/ha). In terms of the collection of the target component – starch, the highest productivity on average for 5 years was shown by hybrids of the FAO 140–150 group: Nur (2.93 t/ha), K 150 (2.81 t/ha) and Mashuk 140 (2.68 t/ha). It has been established that that in the conditions of the Middle Urals, from the set of hybrids bred by the All-Russian Research Institute of Corn, the highest fodder productivity is – K 140, Nur, Mashuk 140, K 150.*

**Ключевые слова:** гибриды кукурузы, скороспелость, урожайность, Средний Урал, зеленая масса, сухое вещество, доля зерна, крахмал.

**Keywords:** corn hybrids, early maturity, yield, Middle Urals, green mass, dry matter, grain fraction, starch.

Кукуруза выступает основным источником крахмала в составе силоса, качество которого во многом определяет эффективность производства [1, 2, 3]. Согласно результатам ряда исследований, содержание крахмала в зерне кукурузы (основной источник энергии) превышает 70 % [4, 5, 6], в то время как в листостебельной массе оно составляет около 3 % [7, 8, 9]. Причем крахмал кукурузы более чем наполовину состоит из амилопектина или «транзитного крахмала» [10, 11], который переваривается энзиматически в тонком кишечнике животных, а не в рубце под воздействием микрофлоры. Это обеспечивает более эффективное использование

энергии, что благоприятно влияет на продуктивность и здоровье животных, снижая риск возникновения ацидоза [12]. Содержание крахмала в сухой массе зерна во многом зависит от его влажности [13]. Формирование амилопектиновой фракции крахмала, как правило, завершается после достижения зерном физиологической спелости, которая соответствует его влажности от 40 % до 35 % [14]. Минимальное содержание сухого вещества, для заготовки силосной массы, составляет 25 %, что, как правило, соответствует фазе молочно-восковой спелости. При снижении величины этого показателя процесс силосования сопровождается увеличением кислотности

силоса, изменением соотношения органических кислот в сторону уксусной и масляной, последующим переходом к спиртовому брожению и превращением сахаров в газообразные продукты, а также химическим взаимодействием углеводов и аминокислот с образованием полимеров, которые не усваиваются животными [15].

Основные факторы, которые ограничивают созревание зерна до хозяйственно значимой фазы, – ресурсы тепла, а не дефицит среднесуточных температур [19]. Поэтому главный способ достижения хозяйственно значимых фаз развития кукурузы в условиях короткого периода вегетации Уральского региона – селекция на скороспелость [17]. Важность скороспелости гибридов для Уральского региона заключается еще и в том, что, если до перехода среднесуточной температуры воздуха через значение, соответствующее биологическому минимуму культуры, зерно не достигло физиологической спелости, дальнейшее развитие его, в том числе процессы потери влаги и накопления крахмала, прекращается [18]. Полигенный характер скороспелости, способствующий адаптации кукурузы к условиям Среднего Урала, в сочетании со сложностью взаимодействия генотипа с окружающей средой, создает препятствия для прогнозирования реакции генотипов на ключевые абиотические факторы [19]. В этом контексте отбор гибридов для определения самых продуктивных образцов в регионе предполагаемого выращивания приобретает больше значение.

Цель исследований – оценить ультраанние и скороспелые гибриды селекции ВНИИ кукурузы по параметрам кормовой продуктивности в условиях Среднего Урала.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводили в 2019–2023 гг. в лесолуговой зоне Свердловской области (56°45'36.0" с.ш. 60°51'36.0" в.д.). Было изучено 12 гибридов кукурузы с ФАО 140–180 селекции ФГБНУ ВНИИ кукурузы. Наблюдения и учеты проводили в соответствии с методикой ВНИИ кукурузы [20] в трехкратной повторности. Учетная площадь 9,8 м<sup>2</sup>. Почва опытного участка – темно-серая лесная слабоподзоленная тяжелосуглинистая. Сумма поглощенных оснований в пахотном слое 22,5 мг-моль/100 г почвы (ГОСТ 27821-2020), рН солевой вытяжки – 5,3 (ГОСТ 26213-2021). Содержание гумуса в среднем составляло 3,74 % (ГОСТ 26212-2021), легкогидролизуемого азота – 122 мг/кг почвы, фосфора и калия – соответственно 175,3 и 91,3 мг/кг (ГОСТ 54650-2011). Химический состав общей массы растений кукурузы определяли в аналитической лаборатории Уральского НИИСХ (влажность – гравиметрическим методом по ГОСТ 15113.4-2021, содержание крахмала – поляриметрическим методом по ГОСТ 10845-98).

Предшественник культуры – горох; осеннюю вспашку осуществляли на глубину 20...22 см. Удобрения вносили в дозе N60P60K60 под предпосевную обработку почвы. Посев проводили во второй половине мая вручную на глубину 5...7 см с шириной междурядий 70 см и нормой высева 70 тыс. семян на 1 га. При уходе за посевами в фазе 4...6 листьев применяли гербицид кросс-спектра МайсТер Пауэр, МД в норме 1,5 л/га с расходом рабочей жидкости 200 л/га, обработку осуществляли ранцевым опрыскивателем SP-12/8AC Huter. Уборку проводили вручную в третьей декаде сентября.

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием электронных таблиц MS Excel.

Для характеристики условий вегетации использовали показатели суммы температур выше 10 °С и суммы осадков за период с мая по сентябрь. В 2019 г. в зоне

**Табл. 1. Содержание сухого вещества в зеленой массе различных по скороспелости гибридов кукурузы (2019–2023 гг.), %**

Гибрид	ФАО	Год					Среднее за 2019–2023 гг.
		2019	2020	2021	2022	2023	
К 140	140	30,1	29,6	44,6	33,7	37,1	35,0
Нур		27,4	30,4	39,4	30,3	40,2	33,5
Машук 140		29,3	30,9	44,4	34,9	40,8	36,1
К 150	150	26,2	30,0	39,3	30,2	38,3	32,8
Машук 150 МВ		24,7	28,0	40,6	28,9	40,1	32,4
Уральский 150		25,3	28,8	39,7	30,4	41,6	33,1
К 165	160	23,6	24,9	26,9	28,2	31,4	27,0
Байкал	170	22,9	25,7	35,8	25,4	35,3	29,0
Катерина СВ		24,2	25,9	36,2	27,3	32,5	29,2
Машук 170 МВ		25,2	24,7	36,6	26,3	34,8	29,5
Машук 172		23,8	27,5	34,3	24,3	31,6	28,3
Шихан	180	23,0	25,2	37,4	25,7	32,6	28,8
Среднее по гибридам		25,5	27,6	37,9	28,8	36,4	31,2
НСР <sub>05</sub>		3,6	3,4	5,6	3,4	4,9	5,1
Корреляция с числом ФАО ( <i>r</i> )		-0,84	-0,88	-0,61	-0,91	-0,77	-0,80
Критерий Стьюдента ( <i>t</i> , <i>t</i> <sub>05</sub> = 2,23)		5,0	5,8	2,4	6,6	3,8	4,2

проведения исследований сумма температур выше 10 °С (1963 °С), приближалась к норме (выше на 105 °С), однако распределение этих ресурсов по периодам роста и развития кукурузы отличалось неравномерностью. Так, с середины мая и практически до конца июня наблюдали дефицит тепла, что привело к задержке развития кукурузы. Увлажнение года было достаточным – 391 мм, что на 82 мм больше нормы. В 2020 г. отмечали общий дефицит влаги (282 мм) на повышенном температурном фоне (2164 °С), при этом засушливые явления июня – начала июля сменялись обильными осадками во второй половине июля, что обеспечило удовлетворительное увлажнение в критический период водопотребления кукурузы. Для 2021 г. была характерна длительная засуха (131 мм) и высокий температурный фон (2362 °С), однако влияние засухи на рост и развитие растений смягчалось периодическим выпадением осадков во второй половине лета. В период вегетации 2022 г. наблюдали неравномерное распределение ресурсов тепла и влаги. В начале периода отмечали избыточное увлажнение и недостаток тепла, а в конце, напротив, дефицит влаги и высокую теплообеспеченность. В целом год был удовлетворительным по ресурсам влаги (209 мм) и тепла (2058 °С). В 2023 г. метеорологические условия характеризовались как умеренно теплые (2212 °С) и умеренно засушливые (204 мм). Значительное разнообразие (до контрастности) погодных условий периода исследований позволяет сделать заключение о типичности гидротермического фона исследований для климата региона.

**Результаты и обсуждение.** Одна из ключевых проблем, связанных с производством кукурузного силоса в условиях нестабильной обеспеченности теплом, – необходимость снижения влажности силосовой массы. В ходе проведенных исследований выявлена зависимость содержания сухого вещества в зеленой массе от условий вегетации. Наименьшую величину этого показателя в среднем по гибридам (25,5 %) отмечали на минимальном температурном фоне в 2019 г. При удовлетворительных ресурсах тепла в 2020 г. и 2022 г. она варьировала от 27,6 до 28,8 %. При высокой обеспеченности теплом в 2021 г. и 2023 г. содержания сухого вещества в зеленой массе составляло соответственно 36,4 и 37,9 % (табл. 1).

Увеличение числа ФАО гибридов сопровождалось статистически значимым снижением содержания сухого вещества в зеленой массе во все годы исследования. Сле-

**Табл. 2. Доля зерна в сухой массе различных по скороспелости гибридов кукурузы (2019–2023 гг.), %**

Гибрид	ФАО	Год					Средняя за 2019–2023 гг.
		2019	2020	2021	2022	2023	
К 140	140	18,1	30,6	42,1	58,3	53,6	40,5
Нур		21,7	27,7	42,9	60,7	40,5	38,7
Машук 140		20,9	28,2	40,2	58,7	49,9	39,6
К 150	150	18,9	26,7	38,2	54,9	41,9	36,1
Машук 150 МВ		13,9	25,4	38,3	54,2	44,6	35,3
Уральский 150		17,1	23,4	39,2	53,2	41,1	34,8
К 165	160	13,2	29,1	54,2	58,0	54,1	41,7
Байкал	170	10,8	28,5	38,6	55,9	41,9	35,1
Катерина		12,2	25,8	36,1	51,6	42,8	33,7
Машук 170 МВ		15,1	33,4	37,6	55,2	53,9	39,0
Машук 172		10,9	22,7	36,1	54,6	52,4	35,3
Шихан	180	9,3	23,4	32,0	54,7	38,7	31,6
Среднее		15,2	27,1	39,6	55,8	46,3	36,8
по гибридам							
НСР <sub>05</sub>		1,2	2,5	3,1	4,15	3,3	3,0
Корреляция с числом ФАО ( <i>r</i> )		-0,86	-0,20	-0,41	-0,58	-0,09	-0,57
Критерий Стьюдента ( <i>t</i> <sub>5</sub> , <i>t</i> <sub>05</sub> = 2,23)		5,44	0,66	1,44	2,27	0,29	2,17

дует отметить, что при удовлетворительной и высокой обеспеченности теплом (2020–2023 гг.) величина этого показателя была больше необходимого для силосования минимального уровня (25 %) у всех гибридов, а на фоне дефицита тепла 2019 г. его превышение отмечали только у гибридов с ФАО 140–150 (табл. 1).

Таким образом, гарантировать получение качественного силоса в условиях дефицита тепла могут гибриды с ФАО от 150 и ниже. Кроме того, следует отметить, что относительно высокий уровень сухого вещества (25,2 %) в год с дефицитом тепла отмечен у гибрида Машук 170 МВ. Это позволяет оценить реакцию генотипа на дефицитный по ресурсам тепла фон как положительную.

Для получения зеленой массы с целью заготовки высокоэнергетических кормов из кукурузы требуется высокая доля зерна в растении кукурузы. В нашем исследовании она варьировала в широком диапазоне: в среднем по гибридам от 15 % в 2019 г. до 56 % в 2022 г. В группе ФАО 140–150 величина этого показателя изменялась соответственно от 17...22 % до 53...61 %, в группе ФАО 160–180 – от 9...15 % до 52...58 %. В условиях дефицита тепла в 2019 г. ни у одного из изучаемых гибридов доля зерна не достигала 30 %. Наилучшие результаты на удовлетворительном и высоком по теплообеспеченности фоне показали гибриды К 140 и Машук 170 МВ в четыре года из пяти лет (2020–2023 гг.). В целом за период исследований статистически значимая зависимость между продолжительностью вегетационного периода и долей зерна отмечена только в 2019 г. с дефицитом тепла (*r* = -0,86). Таким образом, в холодные годы гибриды с более коротким вегетационным периодом имеют преимущество по величине этого показателя (табл. 2).

Основной тренд, связанный с изменением содержания крахмала в сухой массе и увеличением числа ФАО, проявляется в уменьшении величины этого показателя (табл. 3). В сухой массе гибридов группы ФАО 140 (К 140, Нур), она достигает максимума и варьирует от 31,1 до 30,4 %, в то время как для растений группы ФАО 180 (Шихан) оно составляет всего 24,7 %. Наиболее выраженная корреляция между числом ФАО гибридов и содержанием крахмала в сухой массе отмечена в 2019 г. (*r* = -0,86). Величина критерия Стьюдента превышала критическое значение *t*<sub>05</sub> = 2,23 во все годы за исключением 2021 г. Учитывая, что крахмал – наиболее ценный с энергетической точки зрения компонент, такую тенденцию следует рассматривать как негативную.

**Табл. 3. Содержание крахмала в сухой массе различных по скороспелости гибридов кукурузы (2019–2023 гг.), %**

Гибрид	ФАО	Год					Среднее за 2019–2023 гг.
		2019	2020	2021	2022	2023	
К 140	140	14,1	25,0	33,1	43,1	36,7	30,4
Нур		17,1	23,7	33,2	44,5	36,8	31,1
Машук 140		16,2	23,7	31,8	43,7	36,9	30,5
К 150	150	14,3	22,6	29,9	40,3	36,6	28,7
Машук 150 МВ		11,3	22,2	30,1	40,2	36,8	28,1
Уральский 150		12,7	21,3	30,6	39,4	36,7	28,1
К 165	160	9,9	22,5	41,0	42,9	34,9	30,2
Байкал	170	8,0	22,1	29,6	40,1	35,7	27,1
Катерина СВ		9,2	21,2	28,1	37,7	35,0	26,2
Машук 170 МВ		10,6	24,0	28,8	40,2	35,6	27,8
Машук 172		8,1	19,0	27,9	39,3	35,0	25,9
Шихан	180	6,5	18,6	24,8	39,2	34,3	24,7
Среднее		11,5	22,2	30,7	40,9	35,9	28,2
по гибридам							
НСР <sub>05</sub>		0,8	1,7	2,4	3,2	1,8	1,8
Корреляция с числом ФАО ( <i>r</i> )		-0,94	-0,69	-0,49	-0,73	-0,91	-0,87
Критерий Стьюдента ( <i>t</i> <sub>5</sub> , <i>t</i> <sub>05</sub> = 2,23)		8,3	3,0	1,8	3,3	6,8	5,57

Урожайность зеленой массы гибридов варьировала в зависимости от условий вегетации. Наименьший её уровень (21,1 т/га) отмечен в 2021 г. на засушливом фоне (табл. 4), а пика она достигала на увлажненном фоне 2019 г. (44,6 т/га). Максимальная в опыте продуктивность в среднем за годы исследований отмечена у гибридов ФАО 170–180 Машук 172 и Шихан (34,8 т/га), минимальная – у гибридов К 140 (26,3 т/га) и Машук 140 (26,5 т/га). Следует отметить статистически значимую положительную корреляцию между числом ФАО гибридов и урожайностью зеленой массы (*r* = 0,89). Это указывает на преимущество по величине этого показателя у гибридов с более продолжительным периодом вегетации.

Влияние группы ФАО на кормовую продуктивность кукурузы было неоднозначным и зависит от критерия оценки. В отношении урожайности зерна отмечено сильное ослабление зависимости от чисел ФАО. Статистически значимая корреляция урожайности зерна с числом ФАО (*r* = -0,84) выявлена только на дефицитном по теплообеспеченности фоне (2019 г.). Кроме того, для большой группы разновременн созревающих гибридов (К 140, Нур, Машук 140, К 150, Машук 150 МВ, Байкал, Машук 172, Шихан) в среднем за 5 лет различия по урожайности статистически не доказаны, а высоко-

**Табл. 4. Урожайность зеленой массы различных по скороспелости гибридов кукурузы (2019–2023 гг.), т/га**

Гибрид	ФАО	Год					Средняя за 2019–2023 гг.
		2019	2020	2021	2022	2023	
К 140	140	43,4	22,9	15,8	21,7	27,7	26,3
Нур		42,3	26,1	19,5	19,5	37,7	29,0
Машук 140		43,4	25,6	18,8	17,1	27,7	26,5
К 150	150	47,6	26,8	22,3	20,9	37,7	31,1
Машук 150 МВ		41,8	25,6	21,7	22,0	32,2	28,6
Уральский 150		37,8	26,3	17,8	18,4	35,3	27,1
К 165	160	43,9	35,8	22,3	24,6	41,0	33,5
Байкал	170	48,4	34,8	20,2	23,4	46,6	34,7
Катерина СВ		44,9	30,5	25,3	24,9	32,6	31,6
Машук 170 МВ		49,6	40,2	23,2	25,6	38,9	35,5
Машук 172		46,3	33,2	22,6	27,2	44,5	34,8
Шихан	180	45,8	33,9	24,1	26,1	44,1	34,8
Среднее		44,6	30,1	21,1	22,6	37,2	31,1
по гибридам							
НСР <sub>05</sub>		5,2	3,9	3,1	3,7	6,5	2,4
Корреляция с числом ФАО ( <i>r</i> )		0,58	0,83	0,76	0,86	0,72	0,89
Критерий Стьюдента ( <i>t</i> <sub>5</sub> , <i>t</i> <sub>05</sub> = 2,23)		2,23	4,62	3,74	5,32	3,27	6,28

**Табл. 5. Урожайность зерна 14 %-ной влажности различных по скороспелости гибридов кукурузы (2019–2023 гг.), т/га**

Гибрид	ФАО	Год					Средняя за 2019–2023 гг.
		2019	2020	2021	2022	2023	
К 140	140	2,75	2,65	3,46	4,90	5,64	3,88
Нур		2,93	2,92	3,85	4,33	6,14	4,03
Машук 140		3,09	2,90	3,91	4,25	5,80	3,99
К 150	150	2,74	2,86	3,89	4,84	6,26	4,11
Машук 150		1,66	2,47	3,91	5,33	6,02	3,88
МВ							
Уральский 150		1,90	2,49	3,23	3,52	6,26	3,48
К 165	160	1,59	3,27	3,77	5,71	6,55	4,18
Байкал	170	1,39	3,18	3,24	5,05	6,83	3,94
Катерина СВ		1,54	2,64	3,84	4,31	5,03	3,47
Машук 170		2,19	3,91	3,71	5,32	7,12	4,45
МВ							
Машук 172		1,40	2,84	3,25	5,38	7,17	4,01
Шихан	180	1,13	2,64	3,36	5,04	6,08	3,65
Среднее по гибридам		2,03	2,90	3,62	4,83	6,24	3,92
НСР <sub>05</sub>		0,25	0,37	0,90	0,34	0,54	0,27
Корреляция с числами ФАО (r)		-0,84	0,28	-0,41	0,41	0,35	-0,08
Критерий Стьюдента (t <sub>r</sub> , t <sub>05</sub> = 2,23)		4,84	0,92	1,42	1,42	1,17	0,24

продуктивные гибриды распределены по всем группам ФАО (табл. 5). Наибольшая урожайность отмечена у гибрида Машук 170 МВ (ФАО 170) – 4,45 т/га, близкий результат продемонстрировал гибрид К 165 (160) – 4,18 т/га. Вместе с тем, на фоне дефицита тепла (2019 г.) максимум продуктивности смещался в группу ФАО 140–150 (К 140, Нур, Машук 140, К 150).

Крахмал – целевой компонент производства кукурузы на корм. Поэтому его сбор с единицы площади может выступать как интегрированный показатель кормовой продуктивности культуры. Величина этого показателя в зависимости от года и гибрида в целом изменялась аналогично урожайности зерна. По годам не выявлено достоверного преимущества гибридов с большим числом ФАО, напротив, в холодном 2019 г. гибриды с ФАО 140–150 были продуктивнее генотипов с ФАО 160–180 (табл. 6).

Высокий потенциал продуктивности более позднеспелых форм проявлялся в росте урожайности зеленой массы по мере увеличения числа ФАО, однако его реализация в виде высокого сбора крахмала более вероятна у гибридов с коротким периодом развития. Оценка по этому показателю нивелирует превосходство гибри-

**Табл. 6. Сбор крахмала с урожаем, различных по короспелости гибридов кукурузы (2019–2023 гг.), т/га**

Гибрид	ФАО	Год					Среднее за 2019–2023 гг.
		2019	2020	2021	2022	2023	
К 140	140	1,84	1,69	2,33	3,15	3,77	2,56
Нур		1,98	1,88	2,56	2,63	5,58	2,93
Машук 140		2,06	1,88	2,66	2,61	4,18	2,68
К 150	150	1,78	1,82	2,62	2,54	5,28	2,81
Машук 150 МВ		1,16	1,59	2,65	2,55	4,74	2,54
Уральский 150		1,21	1,61	2,17	2,20	5,39	2,52
К 165	160	1,02	2,01	2,45	2,97	4,49	2,59
Байкал	170	0,89	1,98	2,14	2,37	5,88	2,65
Катерина		0,99	1,67	2,57	2,56	3,71	2,30
Машук 170 МВ		1,32	2,38	2,45	2,70	4,83	2,74
Машук 172		0,89	1,73	2,16	2,60	4,92	2,46
Шихан	180	0,68	1,59	2,24	2,63	4,93	2,41
Среднее по гибридам		1,32	1,82	2,42	2,63	4,81	2,60
НСР <sub>05</sub>		0,17	0,23	0,33	0,41	0,86	0,20
Корреляция с числами ФАО (r)		-0,83	0,16	-0,42	-0,20	0,05	-0,52
Критерий Стьюдента (t <sub>r</sub> , t <sub>05</sub> = 2,23)		4,62	0,61	1,47	0,65	0,16	1,94

дов с более продолжительным периодом вегетации, а в холодные годы дает преимущество гибридам группы ФАО 140 – 150, в частности, в этой группе по сбору крахмала можно выделить гибриды Нур – 2,93 т/га, К 150 – 2,81 т/га и Машук 140 – 2,68 т/га

**Выводы.** Гарантировать получение качественного силоса в условиях дефицита тепла могут гибриды с ФАО от 150 и ниже. В холодные годы они имеют преимущество по доле зерна и содержанию крахмала в сухой массе. В качестве лидеров по этим показателям можно выделить гибриды К 140, Нур и Машук 140.

Оценка по кормовой продуктивности зависит от её критерия. Высокий потенциал продуктивности сравнительно позднеспелых форм проявляется в росте урожайности зеленой массы по мере увеличения числа ФАО. Однако его реализация в виде высоких урожайности зерна или сбора крахмала более вероятна у гибридов с коротким периодом развития. Наиболее продуктивными по выходу целевого компонента – крахмала были гибриды групп ФАО 140–150 Нур – 2,93 т/га, К 150 – 2,81 т/га и Машук 140 – 2,68 т/га.

**ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ**

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета института (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»). Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

**СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ**

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

**Литература.**

1. Зезин Н. Н., Намятов М. А., Севостьянов М. Ю. Оптимизация структуры посевов кормовых культур и особенностей технологии их возделывания на Среднем Урале // *Кормопроизводство*. 2020. № 4. С. 25–29. doi: 10.25685/KRM.2020.2020.63666.
2. Zurak D., Kljak K., Grbeša D. The composition of floury and vitreous endosperm affects starch digestibility kinetics of the whole maize kernel // *Journal of cereal science*. 2020. Vol. 95. P. 103079. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0733521020305336?via%3Dihub> (дата обращения: 14.04.2024). doi: 10.1016/j.jcs.2020.103079.
3. Усанова З. И., Мигулев П. И. Продуктивность гибридов кукурузы при программировании урожайности в условиях Верхневолжья // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 3. С. 29–32. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10307.
4. Effects of exogenous salicylic acid on starch physicochemical properties and in vitro digestion under heat stress during the grain-filling stage in waxy maize / Z. Wang, L. Qu, J. Li, et al. // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024. Vol. 254. P. 127765. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813023046640?via%3Dihub> (дата обращения: 12.04.2024). doi: 10.1016/j.ijbiomac.2023.127765.2024.
5. Physicochemical properties of starches from vitreous and floury endosperms from the same maize kernels. / A. Xu, L. Lin, K. Guo, et al. // *Food Chemistry*. 2019, Vol. 291. P. 149–156. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.04.024.
6. Structural properties of starch from single kernel of high-amylose maize / L. Lin, S. Zhao, E. Li, et al. //

- Food Hydrocolloids*. 2022. Vol. 124. P. 107349. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X21007657?via%3Dihub> (дата обращения: 18.04.2024). doi: 10.1016/j.foodhyd.2021.107349.
7. Ning P., Peng Y., Fritschi F. B. Carbohydrate dynamics in maize leaves and developing ears in response to nitrogen application // *Agronomy*. 2018. Vol. 8. No. 12. P. 302. URL: <https://www.mdpi.com/2073-4395/8/12/302> (дата обращения: 14.04.2024). doi: 10.3390/agronomy8120302.
  8. Molecular structural differences between maize leaf and endosperm starches. / S. Yu, F. Zhang, C. Li, et al. // *Carbohydrate polymers*. 2017. Vol. 161. P. 10–15. doi: 10.1016/j.carbpol.2016.12.064.
  9. Seasonal and diurnal patterns of non-structural carbohydrates in source and sink tissues in field maize / X. G. Liang, Z. Gao, L. Zhang, et al. // *BMC plant biology*. 2019. Vol. 19. P. 1–11. URL: <https://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-019-2068-4> (дата обращения: 12.04.2024). doi: 10.1186/s12870-019-2068-4.
  10. SSR-локусы, потенциально ассоциированные с высоким содержанием амилопектина в эндосперме зерна кукурузы / С. И. Вакула, О. А. Орловская, Л. В. Хотылева и др. // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. Т. 22. № 6. С. 640–647. doi: 10.18699/VJ18.405.
  11. Structure, properties, and potential applications of waxy tapioca starches—A review / C. F. Hsieh, W. Liu, J. K. Whaley, et al. // *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Vol. 83. P. 225–234. doi: 10.1016/j.tifs.2018.11.022.
  12. Зезин Н. Н., Гридин В. Ф., Салтанова Р. Д. Корма из кукурузы на Среднем Урале // *Кормопроизводство*. 2017. № 5. С. 24.
  13. Оценка гибридов кукурузы по хозяйственно-ценным признакам в южной лесостепной зоне Республики Башкортостан / И. Ю. Кузнецов, Б. Г. Ахияров, И. Г. Асылбаев и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2023. Т. 37. № 11. С. 38–42. doi: 10.53859/02352451\_2023\_37\_11\_38.
  14. Postharvest ripening of newly harvested corn: Structural, rheological, and digestive characteristics of starch / N. Hu, C. Zhao, S. Li, et al. // *LWT*. 2023. Vol. 180. P. 114728. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643823003079?via%3Dihub> (дата обращения: 18.04.2024). doi: 10.1016/j.lwt.2023.114728.
  15. Разумовский Н. Заготовка и использование кукурузного силоса // *Животноводство России*. 2019. № 9. С. 51–54.
  16. Зезин Н. Н., Намятов М. А. Результаты внедрения зерновой технологии возделывания кукурузы на Среднем Урале // *Кормопроизводство*. 2018. № 3. С. 11–15.
  17. Скорость потери влаги зерном кукурузы в период созревания в зависимости от генотипа и условий среды / В. С. Сотченко, А. Э. Панфилов, А. Г. Горбачева и др. // *Сельскохозяйственная биология*. 2021. Т. 56. № 1. С. 54–65.
  18. Иванова Е. С., Панфилов А. Э. Динамика влажности зерна кукурузы как функция погодных условий // *Кукуруза и сорго*. 2013. № 3. С. 7–11.
  19. Панфилов А. Э. Продуктивный потенциал кукурузы и факторы его реализации в лесостепи Южного Зауралья: дис. на соискание ученой степени доктора с-х. наук. Новосибирск, 2005. 352 с.
  20. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / сост. Д. С. Филев, В. С. Циков, В. И. Золотов и др. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы ВАСХНИЛ, 1980. 54 с.

Поступила в редакцию 10.07.2024  
 После доработки 29.07.2024  
 Принята к публикации 13.08.2024