

Научная статья/Research Article

УДК: 633.15: 641.543.4

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-66-76

Павел Юрьевич Овчинников

Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра УрО РАН, Екатеринбург, Россия
ow4innickov.pawel@yandex.ru

РЕАКЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА СРОКИ ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Цель исследования – обоснование оптимальных сроков посева кукурузы в условиях Среднего Урала. В Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства была изучена реакция трех различных по скороспелости гибридов кукурузы на сроки посева. Посев проводили 5–9 мая и 25 мая. Наблюдения и учеты проведены согласно принятым методикам ВНИИ кукурузы. Результаты исследования показали, что в условиях лесолуговой зоны Среднего Урала перенос срока посева на начало мая приводит к опережению фазы цветения початка на 16 сут, а молочной спелости зерна – на 15 сут относительно посева в конце мая. Это обеспечивает дополнительные ресурсы тепла и времени для полноценного налива зерна. Устойчивого влияния срока посева на урожайность сухой массы не обнаружено. Урожайность зерна, напротив, была достоверно выше при посеве в начале мая. Максимальная зерновая продуктивность отмечена у скороспелого гибрида Кубанский 102 МВ (4,03 т/га). Отмечено положительное влияние раннего срока посева на долю зерна в сухом веществе всех трех гибридов и снижение уборочной влажности зерна на 12,4 процентного пункта. Повышение зерновой составляющей в структуре растения положительно отразилось на содержании кормового крахмала в сухом веществе. Корреляционный анализ показал тесную положительную зависимость сбора крахмала от урожайности зерна кукурузы и слабую связь этого показателя с урожайностью сухой массы. Это позволяет использовать урожайность зерна в качестве интегрированного показателя продуктивности и питательной ценности кукурузы, выращиваемой на корм в условиях Среднего Урала.

Ключевые слова: кукуруза, сроки посева, зерновая продуктивность, энергетическая ценность, крахмал, доля зерна, влажность зерна

Для цитирования: Овчинников П.Ю. Реакция различных по скороспелости гибридов кукурузы на сроки посева в условиях Среднего Урала // Вестник КрасГАУ. 2023. № 7. С. 66–76. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-66-76.

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН по теме: «Создание и усовершенствование адаптивных технологий возделывания и переработки экономически значимых сельскохозяйственных культур на основе оптимизации биотических и абиотических факторов» (FNUW–2021–0001).

Pavel Yurievich Ovchinnikov

Ural Research Institute of Agriculture – branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia
ow4innickov.pawel@yandex.ru

DIFFERENT PRECOCITY CORN HYBRIDS REACTION TO SOWING TIME IN THE MIDDLE URALS

The purpose of the study is to substantiate the optimal timing of sowing corn in the conditions of the Middle Urals. At the Ural Research Institute of Agriculture, the reaction of three corn hybrids with different early maturity to the sowing dates was studied. Sowing was carried out on May 5–9 and May 25. Observa-

tions and records were carried out according to the accepted methods of the All-Russian Research Institute of Maize. The results of the study showed that in the conditions of the forest-meadow zone of the Middle Urals, the transfer of the sowing date to the beginning of May leads to an advance in the flowering phase of the cob by 16 days, and the milky ripeness of grain by 15 days relative to sowing at the end of May. This provides additional resources of heat and time for full filling of grain. A stable effect of sowing time on the yield of dry matter was not found. Grain yield, on the contrary, was significantly higher when sown in early May. The maximum grain productivity was noted in the early maturing hybrid Kubansky 102 MB (4.03 t/ha). A positive effect of the early sowing period on the share of grain in the dry matter of all three hybrids and a decrease in the harvesting moisture content of grain by 12.4 percentage points were noted. The increase in the grain component in the structure of the plant had a positive effect on the content of fodder starch in the dry matter. Correlation analysis showed a close positive relationship between the yield of starch and the yield of corn grain and a weak relationship between this indicator and the yield of dry matter. This makes it possible to use the grain yield as an integrated indicator of the productivity and nutritional value of corn grown for feed in the conditions of the Middle Urals.

Keywords: corn, sowing time, grain productivity, energy value, starch, grain share, grain moisture

For citation: Ovchinnikov P.Y. Different precocity corn hybrids reaction to sowing time in the Middle Urals // Bulliten KrasSAU. 2023;(7): 66–76. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-66-76.

Acknowledgments: the work has been completed within the framework of the state task of the Ural Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences" on the topic: "Creation and improvement of adaptive technologies for cultivation and processing of economically significant crops based on optimization of biotic and abiotic factors" (FNUW–2021–0001).

Введение. Главная цель выращивания кукурузы на корм в Уральском регионе – обеспечение рационов сельскохозяйственных животных крахмалом [1]. Кукурузный крахмал является наиболее ценным с энергетической точки зрения веществом в связи с его свойством перевариваться не только в рубце, но и в тонком кишечнике животных, что обеспечивает оптимальное и эффективное использование энергии [2]. Содержание крахмала в сухой массе кукурузы (главным образом в зерне) находится в прямой зависимости от фазы развития растений [3]. Поэтому основное условие высокой кормовой ценности кукурузы заключается в достижении растениями восковой спелости зерна до перехода среднесуточной температуры воздуха через биологический минимум.

Основным лимитирующим фактором, который ограничивает область выращивания кукурузы как зерновой культуры, является ее высокая требовательность к ресурсам тепла [4]. Как отмечает J.M. Lyons [5], растения, выращиваемые в регионах с умеренным климатом, постоянно подвергаются воздействию температур, которые положительно или отрицательно отклоняются от оптимальных, что у большинства растений приводит к физиологическим и биохимическим повреждениям. Низкие температуры подавляют метаболические реакции и вызы-

вают негативные изменения фотосинтетической активности [6].

Одно из условий адаптации кукурузы для Среднего Урала – создание и подбор гибридов с коротким вегетационным периодом [7–10]. В настоящее время самыми скороспелыми отечественными гибридами, включенными в государственный реестр по Уральскому, Центральному, Волго–Вятскому и Восточно–Сибирскому регионам, являются Кубанский 101 СВ и Кубанский 102 МВ (ФАО 120) [11]. Однако в условиях лесолуговой зоны Свердловской области даже такой уровень скороспелости не обеспечивает гарантий достижения зерном кукурузы физиологической спелости [12]. Поэтому одновременно с созданием скороспелых гибридов кукурузы необходима разработка сортовой агротехники, адаптированной к условиям Среднего Урала, включающая, в частности, оптимизацию срока посева.

Если при обосновании этого элемента технологии основываться на минимальных биологических требованиях культуры, то посев необходимо проводить при прогревании почвы до 10–12 °С [13–16]. На Урале почва до таких температур прогревается, как правило, во второй половине мая [17]. Исследования на Южном Урале показали, что посев кукурузы в ранние сроки (в начале мая) периодически создает неблагоприятные условия для всходов семян, од-

нако данный прием способствует смещению фаз созревания зерна на более теплый период [18]. Это сопровождается увеличением доли зерна в силосной массе и существенным повышением концентрации обменной энергии [19–21]. Поэтому, несмотря на высокую требовательность кукурузы к теплу, возникает необходимость переноса посева на ранний срок с целью повышения вероятности получения высокоэнергетических кормов в условиях Уральского региона [22]. Негативная реакция растений на снижение температуры ниже биологического минимума в период прорастания семян и ухудшение фитосанитарной обстановки могут быть нивелированы созданием и подбором холодостойких гибридов [23] и применением эффективных средств и схем защиты растений [24].

Исследования по изучению многолетних тенденций изменения гидротермических факторов, проведенные для лесолуговой зоны Среднего Урала, позволяют отметить рост сумм активных температур за период с мая по сентябрь [25]. Это позволяет сделать благоприятный прогноз для дальнейшей адаптации кукурузы в регионе как зерновой культуры.

Цель исследования – обоснование оптимальных сроков посева кукурузы в условиях Среднего Урала.

Объекты и методы. Исследование выполнено в рамках государственного задания Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН по теме: «Создание и усовершенствование адаптивных технологий возделывания и переработки экономически значимых сельскохозяйственных культур на основе оптимизации биотических и абиотических факторов» (FNUW–2021–0001). В соответствии с целью исследований в 2019–2021 гг. на Кольцовском опытном участке Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (координаты: 56.758496 с. ш., 60.860905 в. д.), было изучено влияние срока посева на зерновую продуктивность трех гибридов кукурузы: скороспелого Кубанский 102 МВ (ФАО 120), ультрараннего Росс 130 (ФАО 140) МВ и раннеспелого Байкал (170) [26] в условиях лесолуговой (подтаежной) зоны Среднего Урала.

Наблюдения и учеты проводились в соответствии с методикой ВНИИ кукурузы [27]. Химический состав определяли в аналитической лаборатории Уральского НИИСХ (влажность растительных материалов – гравиметрическим ме-

тодом, содержание крахмала – поляриметрическим методом по ГОСТ 10845-98).

Почва опытного участка – темно-серая лесная слабоподзоленная тяжелосуглинистая. Сумма поглощенных оснований в пахотном слое 22,7 мг-экв/100 г почвы, рН солевой вытяжки – 5,1. Содержание гумуса составляет в среднем 3,77 %, легкогидролизуемого азота – 132 мг/кг почвы, фосфора – 177,3, калия – 92 мг/кг. Агротехника в опыте: предшественник кукурузы в опытах – горох; весной под культивацию вносили сложные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Посев проводили в два срока: в 2019 г. – 9 и 25 мая, в 2020 и 2021 гг. – 5 и 25 мая. Способ посева – ручной на глубину 5–7 см при ширине междурядий 70 см. Норма высева – 80 тыс. семян на 1 га. Для защиты растений от сорняков применялись: после посева довсходовый препарат почвенного действия «Мерлин», ВДГ (0,15 г/га), в фазе 3–4 листьев – препарат кросс-спектра «Майстер Пауэр», МД (1,5 л/га), в фазе 7–8 листьев проведена междурядная обработка. Сроки уборки: в 2019 г. – 20 сентября, в 2020 г. – 28 сентября, в 2021 г. – 15 сентября. Общая площадь делянки – 22,4 м², учетная – 9,8 м². Повторность в опыте трехкратная.

В 2019 г. сумма температур выше 10 °С за период май–сентябрь была близка к среднегодовым значениям (1869 °С), отклонение составило 34 °С. Сумма осадков за период с мая по сентябрь составила 391 мм. В 2020 г. в тот же период отмечена умеренно увлажненная и теплая погода с суммой температур 2036 °С, суммой осадков – 360 мм, 2021 г. характеризовался жаркой и засушливой погодой. Сумма температур за период с мая по сентябрь составила 2313 °С, а сумма осадков – 114 мм.

Проверка статистических гипотез проводилась методами дисперсионного, корреляционного, регрессионного анализов с использованием электронных таблиц MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Наблюдения показали, что между гибридами нет различий по продолжительности периода от посева до всходов. Вместе с тем наблюдается тесная зависимость этого периода от температурного фона и запасов продуктивной влаги в почве (табл. 1, 2).

В 2019 г. на фоне похолодания в период прорастания семян при посеве 9 мая наблюдается увеличение продолжительности данного периода на 5 сут по сравнению с поздним сроком посева.

Таблица 1

Влияние срока посева на продолжительность периода «посев – всходы» в зависимости от срока посева (2019–2021 гг.)

Год	Дата появления всходов		Период «посев – всходы», сут		Опережение за счет раннего срока посева, сут
	Дата посева				
	5–9.05	25.05	5–9.05	25.05	
2019	25.05	5.06	16	11	11
2020	16.05	12.06	11	18	27
2021	15.05	6.06	10	12	22
2019–2021	–	–	12	14	20

Таблица 2

Запасы продуктивной влаги в слое 0–10 см и средняя температура воздуха в зависимости от срока посева (2019–2021 гг.)

Год	Запасы продуктивной влаги в слое 0–10 см, мм		Средняя температура воздуха, °С	
	Дата посева			
	5–9.05	25.05	5–9.05	25.05
2019	18,8	20,5	10,9	14,8
2020	18,1	7,7	16,5	15,9
2021	19,5	8,2	16,0	15,8
2019–2021	18,8	12,1	14,5	15,5

В 2020 и 2021 гг. заметной разницы по температурному режиму почвы между сроками посева не установлено, однако снижение запасов продуктивной влаги в слое 0–10 см в конце мая привело к удлинению продолжительности периода всходов на 2–7 сут относительно посева в первой декаде месяца. Основное положитель-

ное влияние ранних сроков посева заключалось в том, что они обеспечили опережение появления всходов в среднем на 20 дней с колебаниями по годам от 11 до 27 дней.

Продолжительность периода от всходов до цветения початка зависела как от скороспелости гибридов, так и от сроков посева (табл. 3).

Таблица 3

Дата цветения и продолжительность периода «всходы – цветение початка» в зависимости от срока посева (2019–2021 гг.)

Год	Дата цветения початка		Период «всходы – цветение початка», сут		Опережение за счет раннего срока посева, сут
	Дата посева				
	5–9.05	25.05	5–9.05	25.05	
1	2	3	4	5	6
Кубанский 102 МВ					
2019	25.07	05.08	61	61	11
2020	16.07	30.08	61	48	14
2021	06.07	25.07	52	49	19
2019–2021	–	–	58	53	15
Росс 130 МВ					
2019	30.07	07.08	66	63	8
2020	20.07	03.08	65	52	14
2021	11.07	02.08	57	57	22
2019–2021	–	–	63	57	15

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Байкал					
2019	05.08	13.08	72	69	8
2020	28.07	07.08	73	56	10
2021	17.07	05.08	63	60	19
2019–2021	–	–	69	62	12

В среднем по годам и срокам посева у скороспелого гибрида Кубанский 102 МВ продолжительность обсуждаемого периода составила 55 сут, у ультрараннего Росс 130 МВ – 60, а у раннеспелого Байкал – 66 сут. Как правило, для всех трех гибридов наблюдается тенденция к сокращению продолжительности периода от раннего срока посева к позднему, за исключением гибридов Кубанский 102 МВ в 2019 г. и Росс 130 МВ в 2021 г. Тем не менее, опережение

за счет раннего срока посева составило в среднем 14 сут, что обеспечило растениям дополнительные ресурсы тепла и времени для завершения развития на более поздних стадиях.

Число дней от цветения початка до молочной спелости также варьировало как по гибридам, так и по срокам посева. По данным корреляционного анализа существует сильная ($r = -0,87$) обратная зависимость данного показателя от средней температуры воздуха (табл. 4).

Таблица 4

Связь средней температуры воздуха с продолжительностью периода «цветение початка – молочная спелость» при различных сроках посева (2019–2021 гг.)

Год	Средняя температура воздуха, °С		Продолжительность периода «цветение початка молочная спелость зерна», сут		Опережение за счет раннего срока посева, сут
	Дата посева				
	5–9.05	25.05	5–9.05	25.05	
Кубанский 102 МВ					
2019	16,2	15,2	29	29	11
2020	18,7	16,1	32	32	14
2021	18,1	19,2	27	26	18
Росс 130 МВ					
2019	14,4	13,7	34	38	12
2020	16,8	15,6	32	32	14
2021	18,6	20,5	26	24	20
Байкал					
2019	14	–	35	–	–
2020	16,1	13,9	35	40	15
2021	18,8	20,2	24	23	18

Наблюдения показали, что в 2019 и 2020 гг. средняя температура воздуха в период «цветение початка – молочная спелость» для гибридов кукурузы снижалась при переносе срока посева на конец мая, а в 2021 г., напротив, повышалась. В 2019 г. при низких ресурсах тепла растения кукурузы по-разному реагировали на снижение температуры воздуха. Изменение температуры не повлияло на продолжительность периода от цветения початка до молочной спелости зерна скороспелого гибрида Кубанский

102 МВ. Для ультрараннего гибрида Росс 130 МВ в связи со снижением температуры воздуха наблюдалось удлинение этого периода с 34 до 38 сут. Раннеспелый гибрид Байкал на фоне низкой теплообеспеченности не достиг фазы молочной спелости при посеве в третьей декаде мая. На фоне достаточной теплообеспеченности 2020 года продолжительность периода «цветение початка – молочная спелость зерна» у гибридов Кубанский 102 МВ и Росс 130 МВ составила 32 дня и не зависела от температуры

воздуха. У гибрида Байкал в связи с более поздним созреванием снижение температуры воздуха привело к удлинению анализируемого периода с 35 до 40 сут. В 2021 г. в посевах конца мая генеративный период проходил на более благоприятном температурном фоне, что привело к сокращению его продолжительности, наиболее выраженному у гибрида Росс 130 МВ.

К моменту наступления фазы молочной спелости зерна опережение развития растений за

счет раннего срока посева колебалось от 11 до 18 сут, а для раннеспелого гибрида Байкал при дефиците 2019 г. ранний срок посева стал обязательным условием достижения молочной спелости зерна.

Анализ урожайности сухой массы кукурузы не показал устойчивой тенденции влияния сроков на этот параметр продуктивности (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность сухой массы и зерна различных по скороспелости гибридов кукурузы в зависимости от срока посева (2019–2021 гг.)

Год	Урожайность сухой массы, т/га		Урожайность зерна 14 % влажности, т/га	
	Дата посева			
	5–9.05	25.05	5–9.05	25.05
Кубанский 102 МВ				
2019	7,45	7,69	3,13	2,82
2020	7,52	7,39	4,59	3,73
2021	8,20	7,37	5,58	4,36
Среднее 2019–2021	7,73	7,48	4,43	3,63
Росс 130 МВ				
2019	8,78	8,05	2,59	2,20
2020	8,73	8,19	3,99	3,35
2021	9,47	6,48	6,07	3,27
Среднее 2019–2021	8,99	7,57	4,22	2,94
Байкал				
2019	11,11	10,38	2,22	1,76
2020	7,78	8,30	3,51	1,85
2021	9,68	9,51	5,68	5,06
Среднее 2019–2021	9,52	9,40	3,80	2,89
НСР05: фактор А (годы)		0,30	0,33	
фактор Б (сроки посева)		0,25	0,27	
фактор В (гибриды)		0,30	0,33	

Так, скороспелый гибрид сформировал достоверную прибавку урожая за счет раннего посева лишь в 2021 г., а раннеспелый – в 2019. Стабильная положительная реакция на этот прием наблюдалась лишь у ультрараннего гибрида.

Напротив, максимальная урожайность зерна у всех трех гибридов за весь период исследования получена при посеве в первой декаде мая. Наиболее продуктивен скороспелый гибрид (4,03 т/га); ультраранний и раннеспелый гибриды уступают ему на 0,46 и 0,69 т/га соответственно. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности зерна сложились в 2021 г. на фоне высокой теплообеспеченности:

в этих условиях в среднем по срокам и гибридам она составила 5 т/га. При удовлетворительной (2020 г.) и низкой (2019 г.) теплообеспеченности урожайность зерна снижалась соответственно на 1,5 и 2,6 т/га.

Как уже отмечено, основная цель выращивания кукурузы на Среднем Урале заключается в производстве кормового крахмала, который содержится в основном в зерне [28]. Кроме того, накопление крахмала происходит на заключительных стадиях формирования эндосперма, что приводит к тесной зависимости его содержания от влажности зерна как показателя спелости [29, 30] (табл. 6).

Таблица 6

**Доля початка в сухом веществе и уборочная влажность зерна
в зависимости от срока посева (2019–2021 гг.)**

Год	Доля зерна в сухом веществе, %		Уборочная влажность зерна, %	
	Дата посева			
	5–9.05	25.05	5–9.05	25.05
Кубанский 102 МВ				
2019	36,1	31,6	51,5	55,9
2020	52,5	43,4	41,9	53,2
2021	58,5	50,9	25,8	41,4
Среднее 2019–2021	50,0	42,9	39,7	50,2
Росс 130 МВ				
2019	25,4	23,5	66,0	71,0
2020	39,3	35,2	51,0	60,4
2021	55,1	43,4	34,6	52,2
Среднее 2019–2021	39,5	34,0	50,5	61,2
Байкал				
2019	17,2	14,6	71,1	77,4
2020	38,8	19,1	60,6	78,7
2021	50,2	45,8	33,1	55,2
Среднее 2019–2021	36,1	25,3	54,9	70,5

Слабая зависимость урожайности сухой массы от сроков посева и значительное влияние этого фактора на урожайность зерна привели к существенному изменению структуры урожая кукурузы. В частности выявлено увеличение доли зерна в сухой массе в среднем на 7,1 процентного пункта у скороспелого гибрида, на 5,5 пункта – у ультрараннего и на 10,8 пункта – у раннеспелого.

Дополнительные ресурсы тепла и времени, которые обеспечил посев в первой декаде мая, позволили продлить период накопления сухого

вещества в зерне, о чем свидетельствует анализ его влажности. Снижение уборочной влажности за счет раннего срока посева в среднем составило 12,4 процентного пункта. Наиболее выраженное снижение влажности наблюдается у раннеспелого гибрида – 15,5 пункта, у ультрараннего и скороспелого гибридов влажность снизилась на 10,7 и 10,4 пункта соответственно. Наблюдается усиление варьирования влажности по срокам посева в 2021 г. на фоне высокой обеспеченности теплом (табл. 7).

Таблица 7

**Содержание и сбор крахмала гибридов кукурузы в сухом зерне
в зависимости от срока посева (2019–2021 гг.)**

Год	Содержание крахмала в зерне, %		Сбор крахмала, т/га	
	посев 5–9.05	посев 25.05	посев 5–9.05	посев 25.05
1	2	3	4	5
Кубанский 102 МВ				
2019	65,8	60,2	1,77	1,46
2020	68,6	61,7	2,71	1,98
2021	63,6	62,9	3,05	2,36
Среднее 2019–2021	66,0	61,6	2,51	1,93
Росс 130 МВ				
2019	64,0	55,5	1,43	1,05
2020	67,8	61,1	2,33	1,76
2021	63,9	62,9	3,34	1,77
Среднее 2019–2021	65,2	59,8	2,36	1,53

1	2	3	4	5
Байкал				
2019	41,2	30,5	0,79	0,46
2020	59,9	37,5	1,81	0,60
2021	60,0	61,8	2,93	2,69
Среднее 2019–2021	53,7	43,3	1,84	1,25
НСР ₀₅ : фактор А (годы)			0,28	
фактор Б (сроки посева)			0,23	
фактор В (гибриды)			0,28	

Оба фактора (повышение доли зерна и снижение его влажности под влиянием раннего срока посева) привели к увеличению содержания крахмала в сухой массе кукурузы в среднем на 6,8 процентных пункта. При этом раннеспелый гибрид уступает по данному показателю ультрараннему и скороспелому гибридам в среднем на 14,1 и 15,3 пункта. Кроме того, скороспелый гибрид показывает меньшие колебания изучаемого показателя по годам и срокам посева, чем ультраранний и раннеспелый гибриды. Наибольшая прибавка содержания крахмала за счет раннего срока посева отмечена у раннеспелого гибрида в 2019 и 2020 гг. (соответственно на 10,7 и 22,4 пункта). В 2021 г. на фоне высокой обеспеченности теплом содержание крахмала в зерне у всех гибридов варьировало в меньшей степени.

Установленные закономерности положительно отразились на основном целевом показателе – сборе крахмала с гектара. Максимальный сбор крахмала за период исследования обеспечил скороспелый гибрид, показав преимущество перед раннеспелым и ультраранним при посеве в первой декаде мая соответственно на 0,15 и 0,67 т/га, в третьей декаде – на 0,40 и 0,68 т/га. Прирост сбора крахмала за счет раннего срока посева у скороспелого гибрида составила: в среднем – 0,58 т/га; ультрараннего – 0,84; раннеспелого – 0,59 т/га. Наиболее благоприятные условия для формирования крахмала сложились на высоком температурном фоне 2021 г.

Корреляционный анализ показал тесную прямую зависимость сбора крахмала от урожайности зерна ($r = 0,98$) и практическое отсутствие связи с урожайностью сухой массы ($r = -0,15$). Это позволяет заключить, что на Среднем Урале основным критерием оценки кормовой продуктивности кукурузы является высокая урожайность зерна. При этом к необходимым условиям ее формирования следует относить создание и

подбор скороспелых и ультраранних гибридов группы ФАО 120–150 и смещение срока посева кукурузы на первую декаду мая.

Заключение

1. В условиях лесолуговой зоны Среднего Урала смещение срока посева кукурузы с третьей декады мая на первую приводит к опережению фазы цветения початка в среднем на 16 сут, молочной спелости зерна – на 15 сут. Это обеспечивает дополнительные ресурсы тепла и времени для полноценного налива зерна и накопления сухого вещества в предуборочный период.

2. Анализ урожайности сухой массы не выявил устойчивого влияния срока посева на этот показатель; напротив, максимальная урожайность зерна при статистически достоверных прибавках получена при посеве кукурузы в первой декаде мая. При этом наиболее продуктивен скороспелый гибрид Кубанский 02 МВ (4,03 т/га). Ультраранний гибрид Росс 130 МВ и раннеспелый Байкал уступают ему соответственно на 0,46 и 0,69 т/га. Отмечено положительное влияние раннего срока посева на долю зерна в сухом веществе всех трех гибридов и снижение уборочной влажности зерна на 12,4 процентного пункта.

3. Отмеченные эффекты обеспечили существенное повышение содержания кормового крахмала в сухом веществе и прирост его сбора с гектара посева кукурузы за счет раннего срока посева в среднем на 0,58 т/га у скороспелого, на 0,84 т/га – у ультрараннего и на 0,59 т/га – раннеспелого гибридов.

4. Корреляционный анализ показал тесную положительную зависимость сбора крахмала от урожайности зерна кукурузы и слабую связь этого показателя с урожайностью сухой массы. Это позволяет использовать урожайность зерна

в качестве интегрированного показателя продуктивности и питательной ценности кукурузы, выращиваемой на корм в условиях Среднего Урала.

Список источников

1. Панфилов А.Э. Культура кукурузы в Зауралье: монография. Челябинск: ЧГАУ, 2004. 356 с.
2. Левахин Г.И., Дускаев Г.К., Докина Н.Н. Научные основы повышения энергетической ценности и продуктивного действия основных кормовых средств степной зоны Южного Урала: Оренбург: Изд-во ФГБНУ ФГНЦБСиА РАН, 2018. 206 с.
3. Иванова Е.С., Панфилов А.Э. Динамика влажности зерна кукурузы как функция погодных условий // Кукуруза и сорго. 2013. № 3. С. 7–11.
4. Биологические аспекты гибридного семеноводства кукурузы в лесостепи Зауралья / А.Э. Панфилов [и др.] // АПК России. 2017. № 5. С. 1122–1127.
5. Lyons J.M. Chilling injury in plants // Annual review of plant physiology. 1973. №. 1. С. 445–466.
6. Ranking of dark chilling tolerance in soybean genotypes probed by the chlorophyll a fluorescence transient OJIP / A.J. Strauss [et al.] // Environmental and experimental botany 2006. 56(2), P. 147–157.
7. Панфилов А.Э., Казакова Н.И. Продуктивность кукурузы в лесостепи Зауралья как функция скороспелости гибридов // АПК России. 2018. Т. 25, № 5. С. 586–591.
8. Супрунов А.И. Селекция ультрараннеспелых гибридов кукурузы в Краснодарском крае // Кукуруза и сорго. 2009. № 1. С. 8–11.
9. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А. Селекция ультрараннеспелых гибридов кукурузы зернового типа // Кукуруза и сорго. 2001. № 5. С. 7.
10. Казакова Н.И. Дифференциация апикальных меристем ультрараннего и раннеспелого гибридов кукурузы в лесостепи Южного Зауралья // Кукуруза и сорго. 2011. № 4. С. 31–33.
11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорты растений (официальное издание). М.: Росинформагротех, 2021. 719 с.
12. Научно обоснованная зональная система земледелия Свердловской области / Н.Н. Зезин [и др.]; Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Екатеринбург, 2020. 372 с.
13. Производство кукурузы на силос / В.Н. Куреев [и др.]. М., 1985. 185 с.
14. Кукуруза в Сибири / Н.И. Кашеваров [и др.]. Новосибирск: Сиб. отд-ние РАСХН, 2004. 398 с.
15. Циков В.С., Матюха Л.А. Интенсивная технология возделывания кукурузы. М.: Агропромиздат, 1989. Т. 247. 247 с.
16. Кукуруза. Выращивание, уборка, консервирование и использование / Д. Шнаар [и др.]. М., 2014. 390 с.
17. Лизиметрические исследования на Среднем Урале / Н.Н. Зезин [и др.] УрФАНИЦ УрО РАН: Екатеринбург, 2020. 250 с.
18. Урожай и уборочная влажность зерна гибридов кукурузы в разных экологических условиях в зависимости от сроков посева / В.С. Сотченко [и др.] // Кормопроизводство. 2019. №. 4. С. 26–31.
19. Панфилов А.Э., Казакова Н.И. Продуктивность кукурузы в лесостепи Зауралья как функция скороспелости гибридов // АПК России. 2018. № 5. С. 586–591.
20. Казакова Н.И. Оценка качества силоса в зависимости от скороспелости гибридов кукурузы и срока посева // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2012. Т. 62. С. 92–95.
21. Демин Е.А., Еремينا Д.В. Влияние минеральных удобрений и сроков посева на урожайность зеленой массы кукурузы в лесостепной зоне Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2020. №. 10 (163). С. 27–33. DOI: 10.36718/1819–4036–2020–10–27–33.
22. 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 (119). С. 20–22.
23. Казакова Н.И. Органогенез и продукционный процесс кукурузы в Зауралье. Челябинск: ЧГАА, 2015. 132 с.
24. Взаимодействие гербицидов кросс-спектра и междурядных обработок в комбинированных схемах контроля засоренности кукурузы

- зы / А.Э. Панфилов [и др.] // АПК России. 2017. № 2. С. 295–302.
25. Panfilov A.E., Ovchinnikov P.Y., Tikhanskaya E.L. Climate change trends in the forest-meadow zone of the Middle Urals and their impact on technological approaches to corn cultivation // BIO Web of Conferences. EDP Sciences, 2021. Т. 36. DOI: 10.1051/bioconf/20213607004.
 26. Панфилов А.Э. Агроэкологическое обоснование зональной классификации гибридов кукурузы по скороспелости // Известия Челябинского научного центра УрО РАН. 2004. № 4. С. 147–151.
 27. Методические указания по проведению полевых опытов с кукурузой / ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1980. 56 с.
 28. Biochemical and physical kernel properties of a standard maize hybrid in different TopCross™ Blends / J. Vancetovic [et al.] // Scientia Agricola. 2017. Vol. 74. № 6. P. 461–468. DOI: 10.1590/1678–992X–2016–0302.
 29. Скорость потери влаги зерном кукурузы в период созревания в зависимости от генотипа и условий среды / В.С. Сотченко [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56, № 1. С. 54–65. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.1.54rus.
 30. Characterization of maize germplasm for the chemical composition of the grain / N. Berardo [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57: 2378–2384. (DOI: 10.1021/jf803688t).
- References**
1. Panfilov A. E. Kul'tura kukuruzy v Zaural'e: monografiya. Chelyabinsk: ChGAU, 2004. 356 s.
 2. Levahin G.I., Duskaev G.K., Dokina N.N. Nauchnye osnovy povysheniya `energeticheskoy cennosti i produktivnogo dejstviya osnovnyh kormovyh sredstv stepnoj zony Yuzhnogo Urala: Orenburg: Izd-vo FGBNU FGNCBSiA RAN, 2018. 206 s.
 3. Ivanova E.S., Panfilov A. E. Dinamika vlazhnosti zerna kukuruzy kak funkciya pogodnyh uslovij // Kukuруза i sorgo. 2013. № 3. S. 7–11.
 4. Biologicheskie aspekty gibridnogo semenovodstva kukuruzy v lesostepi Zaural'ya / A. E. Panfilov [i dr.] // APK Rossii. 2017. № 5. S. 1122–1127.
 5. Lyons J.M. Chilling injury in plants // Annual review of plant physiology. 1973. №. 1. S. 445–466.
 6. Ranking of dark chilling tolerance in soybean genotypes probed by the chlorophyll a fluorescence transient OJIP / A.J. Strauss [et al.] // Environmental and experimental botany 2006. 56(2), P. 147–157.
 7. Panfilov A. E., Kazakova N.I. Produktivnost' kukuruzy v lesostepi Zaural'ya kak funkciya skorospelosti gibridov // APK Rossii. 2018. Т. 25, № 5. S. 586–591.
 8. Suprunov A.I. Selekcija ul'trarannespelyh gibridov kukuruzy v Krasnodarskom krae // Kukuруза i sorgo. 2009. № 1. S. 8–11.
 9. Orlyanskij N.A., Orlyanskaya N.A. Selekcija ul'trarannespelyh gibridov kukuruzy zernovogo tipa // Kukuруза i sorgo. 2001. № 5. S. 7.
 10. Kazakova N.I. Differenciacija apikal'nyh meristem ul'trarannego i rannespelogo gibridov kukuruzy v lesostepi Yuzhnogo Zaural'ya // Kukuруза i sorgo. 2011. № 4. S. 31–33.
 11. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopuschennyh k ispol'zovaniyu. Т. 1. Sorta rastenij (oficial'noe izdanie). М.: Rosinformagroteh, 2021. 719 s.
 12. Nauchno obosnovannaya zonal'naya sistema zemledeliya Sverdlovskoj oblasti / N.N. Zezin [i dr.]; Ural'skij NIISH – filial FGBNU UrFANIC UrO RAN. Ekaterinburg, 2020. 372 s.
 13. Proizvodstvo kukuruzy na silos / V.N. Kireev [i dr.]. М., 1985. 185 s.
 14. Kukuруза v Sibiri / N.I. Kashevarov [i dr.]. Novosibirsk: Sib. otd-nie RASHN, 2004. 398 s.
 15. Cikov V.S., Matyuha L.A. Intensivnaya tehnologiya vozdeleyvaniya kukuruzy. М.: Agropromizdat, 1989. Т. 247. 247 s.
 16. Kukuруза. Vyraschivanie, uborka, konservirovanie i ispol'zovanie / D. Shpaar [i dr.]. М., 2014. 390 s.
 17. Lizimetricheskie issledovaniya na Srednem Urale / N.N. Zezin [i dr.] UrFANIC UrO RAN: Ekaterinburg, 2020. 250 s.
 18. Urozhaj i uborochnaya vlazhnost' zerna gibridov kukuruzy v raznyh `ekologicheskikh usloviyah v zavisimosti ot srokov poseva / V.S. Sotchenko [i dr.] // Kormoproizvodstvo. 2019. №. 4. S. 26–31.
 19. Panfilov A. E., Kazakova N.I. Produktivnost' kukuruzy v lesostepi Zaural'ya kak funkciya skorospelosti gibridov // APK Rossii. 2018. № 5. S. 586–591.

20. *Kazakova N.I.* Ocenka kachestva silosa v zavisimosti ot skorospelosti gibridov kukuruzy i sroka poseva // *Vestnik Chelyabinskoj gosudarstvennoj agroinzhenernoj akademii.* 2012. T. 62. S. 92–95.
21. *Demin E.A., Eremina D.V.* Vliyanie mineral'nyh udobrenij i srokov poseva na urozhajnost' zelenoj massy kukuruzy v lesostepnoj zone Zaural'ya // *Vestnik KrasGAU.* 2020. № 10 (163). S. 27–33. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-10-27-33.
22. *Mingalev S.K., Laptev V.R., Surin I.V.* Vliyanie srokov poseva na formirovanie urozhajnosti zelenoj massy i produktivnosti gibridov kukuruzy v usloviyah Srednego Urala // *Agrarnyj vestnik Urala.* 2014. № 1 (119). S. 20–22.
23. *Kazakova N.I.* Organogenez i produkcionnyj process kukuruzy v Zaural'e. Chelyabinsk: ChGAA, 2015. 132 s.
24. Vzaimodejstvie gerbicidev kross-spektra i mezhduryadnyh obrabotok v kombinirovannyh shemah kontrolya zasorennosti kukuruzy / *A. E. Panfilov* [i dr.] // *APK Rossii.* 2017. № 2. S. 295–302.
25. *Panfilov A.E., Ovchinnikov P.Y., Tikhanskaya E.L.* Climate change trends in the forest-meadow zone of the Middle Urals and their impact on technological approaches to corn cultivation // *BIO Web of Conferences.* EDP Sciences, 2021. T. 36. DOI: 10.1051/bioconf/20213607004.
26. *Panfilov A. E.* Agro`ekologicheskoe obosnovanie zonal'noj klassifikacii gibridov kukuruzy po skorospelosti // *Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo centra UrO RAN.* 2004. № 4. S. 147–151.
27. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kukuruzej / *VNIi kukuruzy.* Dnepropetrovsk, 1980. 56 s.
28. Biochemical and physical kernel properties of a standard maize hybrid in different TopCross™ Blends / *J. Vancetovic* [et al.] // *Scientia Agricola.* 2017. Vol. 74. № 6. P. 461–468. DOI: 10.1590/1678-992X-2016-0302.
29. Skorost' poteri vlagi zernom kukuruzy v period sozrevaniya v zavisimosti ot genotipa i uslovij sredy / *V.S. Sotchenko* [i dr.] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya.* 2021. T. 56, № 1. S. 54–65. DOI: 10.15389/agrobology.2021.1.54rus.
30. Characterization of maize germplasm for the chemical composition of the grain / *N. Berardo* [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 2009, 57: 2378-2384. (DOI: 10.1021/jf803688t).

Статья принята к публикации 19.06.2023 / The article accepted for publication 19.06.2023.

Информация об авторах:

Павел Юрьевич Овчинников, аспирант, младший научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства

Information about the authors:

Pavel Yuryevich Ovchinnikov, Postgraduate Student, Junior Researcher, Department of Agriculture and Forage Production

