

variants N_{15} and N_{20} applied at the «flag – leaf» stage (BBCH 39) and only 0.8 and 0.5 rubles for N_{15} and N_{20} applied at the beginning of the milk stage (BBCH 73-77).

УДК 631.559:633.15:551.5

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В СТРЕССОВЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Н.Ф. Надточаев, А.Н. Романович, кандидаты с.-х. наук, **Н.С. Степаненко**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 10.02.2023)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В 2021–2022 гг. изучены продуктивность и другие хозяйственно полезные признаки гибридов кукурузы отечественной и совместной селекции в сравнении с распространенным гибридом Краснодарский 194 при стрессовых погодных условиях выращивания. Показано, что при относительно неблагоприятных температурных условиях в довсходовый период, составляющий 19–21 сутки, полевая всхожесть семян в зависимости от генотипа гибрида может снижаться до 26 %, на что также существенное влияние оказывают лабораторная всхожесть семян и их инфицированность грибами, особенно мукомором. В стрессовых условиях среды, включающей еще и продолжительную засуху во второй половине лета, гибриды Краснодарский 194, ДБ Лада и Полтава формируют низкую продуктивность как сухого вещества (131,6–146,7 ц/га), так и зерна (47,2–55,9 ц/га). Наиболее урожайными гибридами по сбору сухого вещества являются Дарьян и ДН Галатея, показавшие 183,3 и 169,8 ц/га соответственно, зерна – Дарьян и Вивален 1118 (76,0 и 68,6 ц/га).

Введение. На формирование урожая кукурузы существенное влияние оказывают агрометеорологические факторы, включающие обеспеченность растений теплом и влагой [1, 2].

Теплые погодные условия после сева кукурузы способствуют сокращению довсходового периода и, как следствие, меньшим потерям всходов в полевых условиях [3]. В центральной части Беларуси температурный фактор при апрельском севе также на 88 % определяет продолжительность периода от всходов до цветения початков [4]. Температура воздуха от всходов до цветения початков не только определяет продолжительность этого периода, но и является значимой по влиянию на накопление сухого вещества в початках ко времени уборки [5].

Урожаеобразующую роль температуры рассматривают как сумму тепла, необходимого для реализации полного жизненного цикла растений с учетом пороговых значений в критические фазы развития кукурузы. Каждый гибрид в своей группе спелости (ФАО) для реализации полного жизненного цикла требует определенной суммы эффективных температур (СЭТ) [6]. Так, для достижения полной спелости зерна (влажность около 30 %) раннеспелым гибридам

ФАО 170–180 в условиях Беларуси требуется 1550, гибридам ФАО 240–250 – 1690 °С эффективных температур (выше 6 °С), в то время как в Северной зоне средняя за 1989–2015 гг. сумма эффективных температур составила 1298 °С, в Центральной – 1408 °С, в Южной – 1542–1689 °С [7].

Недостаток влаги в посеве в период максимального водопотребления, особенно в сочетании с воздушной засухой, снижает активность фотосинтеза, приводит к увяданию растений, преждевременному усыханию листьев, нарушению оплодотворения и формирования зерна. При увядании растений в течение 1–2 дней во время цветения урожай снижается на 20 %, 6–8 дней – на 50 % [8, 9]. Последствием недостатка воды для кукурузы в условиях Польши в конце июня – начале июля являются слаборазвитые растения, низкий урожай биомассы; в первой половине июля – слабое завязывание початков; в период 15–25 июля при сухой и жаркой погоде формируются короткие початки, наблюдается неравномерное озернение початков и отсутствие зерна на верхушках початков; в первой половине августа – преждевременное созревание, более низкий урожай зеленой массы, мелкое зерно [10].

Методика проведения исследований. Полевые опыты проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2021–2022 гг. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве с содержанием в пахотном слое 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг/кг почвы P_2O_5 , 257–286 мг/кг K_2O , pH – 6,05–6,14.

Предшественник – кукуруза. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. Калийные (K_{120}) в виде хлористого калия и фосфорные удобрения (P_{60}) в виде аммонизированного суперфосфата вносили перед зяблевой вспашкой. Весной под первую обработку использовали карбамид в дозе 130 кг/га д.в. азота. Посев осуществляли 29 апреля 2021 г. и 2 мая 2022 г., всходы отмечены 18 и 23 мая соответственно. Норма высева – 120 тыс. семян/га, после появления полных всходов проводили подравнивание густоты стояния растений до 80 тыс./га. Способ сева широкорядный, ширина междурядий 70 см. В фазу 2–3 листьев кукурузы применяли гербицид Люмакс, 3,5 л/га. Учет урожая проводили во второй половине сентября.

В 2021 г. прохладная (на 1,2 °С ниже многолетнего значения) и дождливая (222 % к норме) погода в мае сменилась на теплую с достаточным количеством осадков, что обеспечило в июне быстрый рост растений. Однако в критический период роста и развития кукурузы при средней норме осадков в июле 95 мм их выпало 34 мм (таблица 1). По этой причине к моменту цветения початков влажность почвы в пахотном слое опустилась до мертвого запаса (ниже 6 %) и длительное время находилась на критическом уровне (рисунок 1).

В 2022 г. погода первых двух месяцев вегетации кукурузы была подобной предыдущему году. При этом май оказался еще холоднее – на 2,1 °С ниже нормы. В июле температурный и водный режимы находились в пределах многолетних значений, что благоприятно сказалось на росте и развитии растений. Однако жаркая погода с отсутствием осадков, начиная со второй декады август-

**Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов
(по данным метеостанции Борисов)**

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
		норма	2021 г.	2022 г.	норма	2021 г.	2022 г.
Апрель	1	5,0	4,0	2,8	15,4	7,0	20,3
	2	7,1	10,1	5,7	14,4	6,9	49,2
	3	10,2	5,6	7,3	11,1	12,6	32,4
	За месяц	7,4	6,6	5,3	40,9	26,5	101,9
Май	1	11,7	8,6	9,8	19,1	27,3	4,5
	2	13,2	13,8	11,3	19,1	91,2	30,3
	3	14,7	13,5	12,2	23,9	10,0	58,8
	За месяц	13,2	12,0	11,1	62,1	128,5	93,6
Июнь	1	16,4	16,8	18,0	16,1	23,0	6,7
	2	17,0	19,4	17,7	38,1	23,0	15,6
	3	17,4	23,2	21,2	24,0	53,1	45,0
	За месяц	16,9	19,8	19,0	78,2	99,1	67,3
Июль	1	18,1	22,8	20,2	32,4	0,2	13,4
	2	18,8	24,3	15,4	27,8	22,0	59,0
	3	19,5	20,8	18,7	34,4	12,0	20,4
	За месяц	18,8	22,6	18,1	94,6	34,2	92,8
Август	1	19,4	19,0	19,7	26,7	38,5	19,4
	2	17,9	18,3	22,0	20,8	8,4	0,2
	3	16,3	15,1	21,3	29,1	49,0	0,6
	За месяц	17,8	17,4	21,0	76,6	95,9	20,2
Сентябрь	1	14,3	12,0	10,3	20,1	4,6	0,3
	2	12,3	11,0	11,3	20,5	36,5	63,9
	3	10,5	7,8	9,4	17,8	36,1	14,4
	За месяц	12,4	10,3	10,3	58,4	77,2	78,6

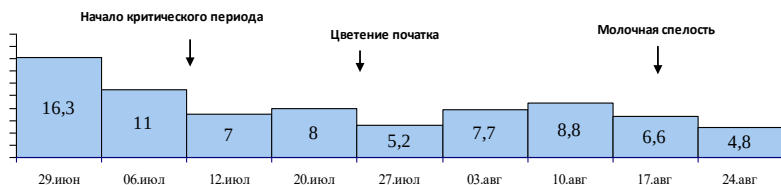


**Рисунок 1 – Динамика влажности почвы в критический период роста кукурузы
в 2021 г., %**

та, привели к отмиранию листьев: вначале – нижних, а к концу месяца у некоторых гибридов – и верхних. Влажность почвы опустилась до уровня мертвого запаса (рисунок 2). Кроме того, 6, 7 и 9 сентября отмечались ночные заморозки, также приведшие к частичному отмиранию листьев.

Сумма эффективных температур (выше 6 °С) с мая по сентябрь в 2021 г. составила 1595 °С, в 2022 г. – 1519 °С при норме 1508 °С. В 2021 г. по данным метеостанции Борисов за этот период выпало 435 мм, в 2022 г. – 352 мм при норме 370 мм.

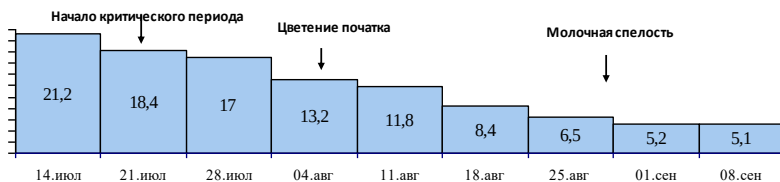


Рисунок 2 – Динамика влажности почвы в критический период роста кукурузы в 2022 г., %

Таким образом, оба года характеризовались холодным началом вегетационного периода кукурузы, жаркой и засушливой погодой второй половины лета, что не способствовало формированию высокого урожая кукурузы и полной реализации генетического потенциала гибридов, которые неодинаково проявили себя в таких стрессовых условиях, о чем свидетельствуют результаты нижеприведенных исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. Длинный довсходовый период (19–21 сут) вызвал существенное снижение полевой всхожести семян у некоторых гибридов (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость полевой всхожести от посевных качеств семян гибридов кукурузы

Гибрид	ФАО по заявителью	Инфицирование семян грибами, %	В т.ч. мукор	Масса 1000 семян, г	Всхожесть семян, %		Густота растений к уборке, тыс./га
					лабораторная	полевая	
Краснодарский 194	190	38,5	7	268	91	66	75
Дарьян	210	72,5	1	310	97	97	81
ДН Пивиха	210	48	18	325	95	89	80
Вивален 1118	230	51	7,5	290	96	93	78
Вивален 3218	230	57,5	17,5	292	90	64	72
ДБ Лада	240	1	0	243	100	95	79
ДН Галатея	250	7,5	5,5	244	100	93	79
Полтава	270	42	20,5	294	96	82	80
Результаты корреляционного анализа (r)							
Столбец 3	-0,40						
Столбец 4	0,26	0,32					
Столбец 5	-0,29	0,86	0,53				
Столбец 6	0,49	-0,58	-0,52	-0,41			
Столбец 7	0,25	-0,22	-0,50	-0,04	0,90		
Столбец 8	0,24	-0,11	-0,24	0,16	0,77	0,86	

Особенно заметным снижение было у гибридов, семена которых имели пониженную лабораторную всхожесть. Коэффициент корреляции между лабораторной и полевой всхожестью семян составил 0,90. Немалую роль на показа-

тели всхожести семян оказывала инфицированность их грибами. Фузариоз в большей степени влияли на показатели лабораторной всхожести семян ($r = -0,43$), чем полевой ($r = -0,06$), в то время как мучор наоборот ($r = -0,22$ и $-0,50$ соответственно). Масса 1000 семян в пределах 243–325 г не влияла на показатели полевой всхожести семян, а низкое значение последней приводило к меньшей густоте стояния растений к уборке. Более высокую полевую всхожесть семян обеспечивали отечественные гибриды *Дарьян*, *Вивален 1118* и совместные с украинскими селекционерами – *ДН Пивиха*, *ДБ Лада* и *ДН Галатея*.

Дата наступления цветения початков может являться косвенным показателем скороспелости гибрида [7]. Это подтверждается и данными настоящих исследований. Так, коэффициент корреляции между количеством дней от всходов до цветения початков и содержанием сухого вещества в растениях составил $-0,84$, влажностью зерна – $0,82$ (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение ростовых процессов кукурузы в зависимости от генотипа гибрида

Гибрид	Дней от всходов до цветения		Оценка стартового роста, балл	Высота растений, см	Коэффициент варьирования высоты, %	Содержание СВ в растении, %	Влажность зерна, %
	мете-лок	початков					
Краснодарский 194	67,5	71,0	7,6	261	6,4	31,6	48,3
Дарьян	69,5	70,5	8,8	270	5,6	35,2	43,6
ДН Пивиха	69,5	71,0	9,0	278	6,0	33,4	44,8
Вивален 1118	66,5	67,5	8,8	267	4,0	35,8	42,2
Вивален 3218	68,5	69,5	7,3	254	5,2	35,5	43,8
ДБ Лада	72,5	73,5	7,8	276	5,4	32,1	47,8
ДН Галатея	71,0	72,5	7,8	279	5,8	32,5	46,6
Полтава	72,0	73,0	7,8	272	4,6	31,6	46,8
Результаты корреляционного анализа (r)							
Столбец 3	0,91	1,00					
Столбец 4	-0,25	-0,38	1,00				
Столбец 5	0,62	0,56	0,44	1,00			
Столбец 6	0,09	0,38	-0,15	0,11	1,00		
Столбец 7	-0,59	-0,84	0,41	-0,40	-0,43	1,00	
Столбец 8	0,55	0,82	-0,57	0,24	0,53	-0,95	

Раннее цветение початков находилось в прямой связи с высотой растений ($r = 0,56$), что является положительным качеством таких скороспелых гибридов как *Дарьян*, *ДН Пивиха*, высота растений у которых приближалась к гибридам ФАО 240–270. Эти же гибриды, а также *Вивален 1118* обладают хорошим стартовым ростом, который находился в обратной связи с уборочной влажностью зерна ($r = -0,57$), что в свою очередь связано со скороспелостью гибрида. Наименьшее варьирование высоты растений у простого гибрида *Вивален 1118*, наибольшее – у двойного межлинейного гибрида *Краснодарский 194*, что соответ-

ствуется существующей закономерности. Однако здесь имеются и исключения, когда двойной межлинейный гибрид *Полтава* показал варьирование 4,6 %, а простой гибрид *ДН Галатея* – 5,8 %. Содержание сухого вещества в растениях кукурузы изменялось в пределах от 31,6 % у гибридов *Краснодарский 194* и *Полтава* до 35,2–35,8 % у гибридов *Дарьян*, *Вивален 3218* и *Вивален 1118*. В целом содержание сухого вещества в растениях, равно как и влажность зерна, соответствуют скороспелости гибрида, выраженной числом ФАО. Исключительную разницу показал *Краснодарский 194*. Несоответствие заключается в заниженном числе ФАО, принятом в Российской Федерации для скороспелых гибридов, с одной стороны, и высокой требовательностью к теплу в начальный период роста, с другой. В сложившихся условиях данный гибрид по скороспелости оказался близким к гибридам ФАО 270, а отечественные *Вивален 1118* и *Вивален 3218*, напротив, проявили себя как гибриды ФАО 210.

К наиболее стрессоустойчивым гибридам можно отнести *Дарьян*, который в среднем за 2021–2022 гг. показал 522 ц/га зеленой массы, 183,3 ц/га сухого вещества и 76,0 ц/га зерна стандартной влажности (таблица 4). По двум первым показателям близкие значения получены по гибриду *ДН Галатея* (524 и 169,8 ц/га), а по зерновой продуктивности – гибриду *Вивален 1118* (68,6 ц/га). Наименьший сбор сухого вещества отмечен у гибридов *Краснодарский 194*, *ДБ Лада* и *Полтава* (131,6–146,7 ц/га), зерна – *Краснодарский 194* и *Полтава* (47,2–52,5 ц/га). Превышение урожайности у лучшего гибрида над худшим составило 39 % по сухому веществу и 61 % по зерну.

Таблица 4 – Продуктивность гибридов кукурузы различного происхождения

Гибрид	Урожайность зеленой массы, ц/га	Сбор сухого вещества, ц/га			Урожайность зерна, ц/га	
		початков	ЛСМ*	всего	при уборочной влажности	14%-й влажности
Краснодарский 194	420	48,6	83,0	131,6	78,2	47,2
Дарьян	522	77,6	105,7	183,3	115,1	76,0
ДН Пивиха	456	58,9	92,4	151,3	90,6	58,4
Вивален 1118	462	70,3	93,8	164,1	101,6	68,6
Вивален 3218	432	68,1	85,2	153,3	101,1	66,6
ДБ Лада	452	56,4	88,1	144,5	91,5	55,9
ДН Галатея	524	67,8	102,0	169,8	104,4	65,2
Полтава	472	53,7	93,0	146,7	85,4	52,5
НСР ₀₅	49	7,6	9,7	16,5	11,6	7,4

* листостебельная масса.

Заключение

1. При относительно неблагоприятных температурных условиях в довсходовый период (19–21 сут) полевая всхожесть семян может снижаться в зависимости от генотипа гибрида до 26 %, на что также существенное влияние оказы-

вают лабораторная всхожесть семян и их инфицированность грибами, особенно мукором.

2. В стрессовых условиях среды гибриды *Краснодарский 194*, *ДБ Лада* и *Полтава* формируют низкую продуктивность как сухого вещества (131,6–146,7 ц/га), так и зерна (47,2–55,9 ц/га). Наиболее продуктивными гибридами по сбору сухого вещества являются *Дарьян* и *ДН Галатея*, показавшие 183,3 и 169,8 ц/га соответственно, зерна – *Дарьян* и *Вивален 1118* (76,0 и 68,6 ц/га).

Литература

1. Чирков, Ю.И. Агрометеорология / Ю. И. Чирков. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 296 с.
2. Шкляр, А.Х. Климатические ресурсы Белоруссии и их использование в сельском хозяйстве / А. Х. Шкляр. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 432 с.
3. Куркина, Г.Н. Продуктивность гибридов кукурузы при оптимизации применения удобрений и средств защиты растений: автореф. дисс. ... канд.с.-х. наук: 06.01.09 / Г. Н. Куркина. – Жодино, 2021. – 23 с.
4. Богданов, А.З. Рост и развитие растений при различных сроках сева и плотности стеблестоя гибридов кукурузы / А. З. Богданов, Г. Н. Куркина // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 5. – С. 19–24.
5. Привалов, Ф.И. Развитие гибридов кукурузы разных групп спелости в зависимости от температурных условий / Ф. И. Привалов, Д. В. Лужинский, Н. Ф. Надточаев // Кормопроизводство. – 2018. – №10. – С. 4–9.
6. Шульц, П. Кукуруза: требования к температуре и влаге / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2017. – №7. – С. 18–21.
7. Современные аспекты возделывания кукурузы в связи с изменением климата / Н. Ф. Надточаев, А. З. Богданов, Д. В. Лужинский, Г. Н. Куркина. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 153 с.
8. Гулидова, В.А. Кукуруза на зерно. Современные технологии возделывания. Практическое руководство / В. А. Гулидова, Е. И. Хрюкина, Г. Я. Сергеев // Воронеж: МТС Агроальянс, 2017. – 51 с.
9. Клименко, П.Д. Индустриальная технология возделывания кукурузы на зерно / П. Д. Клименко, Л. З. Сикан // Киев: Вища школа, 1986. – 39 с.
10. Шульц, П. Снизить последствия засухи на кукурузу поможет агротехника / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2019. – №5. – С. 32–38.

PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS UNDER STRESSFUL WEATHER CONDITIONS

N.F. Nadtochaev, A.N. Romanovich, N.S. Stepanenko

In the Research and Practical Center of the NAS of Belarus for Arable Farming in 2021-2022, the productivity and other economically important traits of maize hybrids of domestic and joint breeding were studied in comparison with the widespread hybrid Krasnodar 194 under stressful weather conditions of cultivation. It is shown that under relatively unfavorable temperature conditions during the pre-emergence period of 19-21 days, the field germination of seeds can reduce to 26%, depending on the genotype of the hybrid, which is also significantly influenced by the laboratory germination of seeds and their infection with fungi, especially mucor. Under stressful environmental conditions including a prolonged drought during the

second half of summer the hybrids Krasnodar 194, DB Lada and Poltava form a low productivity of both dry matter (131.6–146.7 dt/ha) and grain (47.2–55.9 dt/ha). The most productive hybrids in respect of dry matter yield are Daryan and DN Galatea, demonstrating 183.3 and 169.8 dt/ha, respectively, and in respect of grain yield - Daryan and Vivalen 1118 (76.0 and 68.6 dt/ha).

УДК 633.12:631.811.98:631[559+576]

ВЛИЯНИЕ НОРМ РАСХОДА И СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА ФИТОВИТАЛ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГРЕЧИХИ

Н.А. Лузинская, В.Н. Куделко, кандидаты с.-х. наук,

Л.А. Булавин, доктор с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 20.04.2023 г.)

Рецензент: Власов А.Г., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности различных норм расхода и сроков применения регулятора роста Фитовитал, **ВРК** при возделывании гречихи. Установлено, что наибольшая урожайность зерна получена при использовании регулятора роста Фитовитал, **ВРК** (0,8 л/га) в фазу бутонизации гречихи без его добавления в смесь с гербицидами Бицепс Гарант, **КЭ** + Агрон, **ВР** (0,75+0,22 л/га). Применение Фитовитала, **ВРК** оказало наиболее значимое влияние на пленчатость зерна, уменьшив этот показатель на 1,2–3,4 % или 4,6–13,0 % в относительном выражении в зависимости от нормы расхода и срока внесения. Наименьшая (22,8 %) пленчатость зерна была в варианте, где Фитовитал, **ВРК** применяли в фазу бутонизации (0,6 л/га) без добавления его в смесь гербицидов. На выравненность зерна, выход крупы и содержание в ней белка Фитовитал, **ВРК**, как правило, не оказывал положительного влияния.

Введение. Производство в требуемом объеме зерна гречихи, крупа которой считается ценным диетическим и лечебным продуктом, является важной задачей агропромышленного комплекса Беларуси. Урожайность зерна этой культуры в республике находится на невысоком уровне, что во многом связано с высокой засоренностью ее посевов в большинстве сельскохозяйственных предприятий. Особенностью гречихи является повышенная чувствительность ко многим гербицидам [1]. Это касается не только препаратов, применяемых на посевах гречихи, но и на предшествующих культурах [2].

В условиях потепления климата очень часто на значительной части территории республики отмечаются экстремальные погодные условия: высокие температуры воздуха и дефицит влаги во второй половине вегетации растений, прежде всего, в период завязывания и налива зерна гречихи. Это приводит к снижению его выполненности и других показателей технологического качества