

УДК 633.15:631.522/.524(571.1)

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРИОДА ВСХОДЫ – ЦВЕТЕНИЕ ПОЧАТКА У РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Логина А.М., Ильин В.С., Гетц Г.В.

*Сибирский филиал ФГБНУ Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы,  
Омск, e-mail: sibmais@rambler.ru*

В современном производстве кукурузы на зерно главное требование к гибридам – это высокая продуктивность, низкая уборочная влажность зерна и высокая адаптация к определенным агроклиматическим условиям. В зоне неустойчивого климата одно из главных требований к кукурузе зернового использования – короткая продолжительность вегетационного периода. Западная Сибирь отличается многообразными природно-климатическими условиями, характеризуется суровой продолжительной зимой и сравнительно коротким, но жарким летом с поздними весенними и ранними осенними заморозками. В таких сложных условиях важнейшими биологическими свойствами возделываемых сортов и гибридов должно быть сочетание скороспелости, высокой продуктивности и способности активного начального роста и развития при пониженных температурах. Влияние факторов среды на рост и развитие гибридов кукурузы не вполне адаптированных к условиям Западной Сибири, зачастую является стрессовым. В 2012–2016 гг. в Сибирском филиале ВНИИ кукурузы было проведено сравнительное изучение раннеспелых гибридов кукурузы ФАО 150-170 по длине межфазного периода «всходы – цветение початка» в зависимости от условий каждого года. В данной статье проанализировано влияние температурного режима и количества осадков на продолжительность периода всходы – цветение початка у шести раннеспелых гибридов кукурузы. Установлено, что продолжительность данного периода в условиях Западной Сибири зависит больше от температуры, чем от количества осадков. Проведена математическая обработка полученных данных с определением НСР и критерия Дункана по урожаю зерна и уборочной влажности гибридов, в зависимости от сроков цветения. Выделены гибриды кукурузы, наиболее пригодные для возделывания на фуражное зерно в условиях Западной Сибири.

**Ключевые слова:** скороспелость, гибрид, вегетационный период, всходы, цветение, урожайность, уборочная влажность

## INFLUENCE OF TEMPERATURE CONDITIONS AND WATER SUPPLY ON THE DURATION OF THE PERIOD GERMINATION – FLOWERING OF CORN EAR IN THE EARLY MATURING CORN HYBRIDES UNDER WESTERN SIBERIA CONDITIONS

Loginova A.M., Ilin V.S., Getts G.V.

*Siberian Branch of All-Russian Research Institute of Maize, Omsk, e-mail: sibmais@rambler.ru*

In the modern corn production for grain, the main requirement for hybrids is high productivity, low harvesting moisture of the grain and high adaptation to a certain agroclimatic conditions. In the zone of unstable climate, one of the main requirements for corn grain use is the short duration of the growing season. Western Siberia differs by the diverse natural and climatic conditions, is characterized by a severe long winter and a relatively short but hot summer with late spring and early autumn frosts. In such difficult conditions, the most important biological properties of cultivated varieties and hybrids should be a combination of precocity, high productivity and the ability of active initial growth and development at low temperatures. The influence of environmental factors on the growth and development of corn hybrids not fully adapted to the conditions of Western Siberia, are often stressful. A comparative study of early maturing corn hybrids of FAO 150-170 over the length of the interphase period «germination – flowering of corn ear» depending on the conditions of each year was conducted in 2012-2016 in the Siberian branch of the ARRSI of Maize. This article analyzes the influence of the temperature regime and the amount of precipitation on the duration of the period «germination – flowering of corn ear» of six early-maturing maize hybrids. It was established that the duration of this period under conditions of Western Siberia depends more on temperature than on the amount of precipitation. Mathematical treatment of the obtained data with the LSD determination and Duncan test on the grain yield and harvesting moisture of the hybrids was carried out, considering the flowering period. Most suitable corn hybrids were selected for forage grain cultivation in Western Siberia

**Keywords:** early ripeness, hybrid, growing season, sprouts, flowering, yielding capacity, harvesting moisture

Продвижение кукурузы на зерно в северные регионы потребовало создания и внедрения в аграрное производство новых раннеспелых и среднеранних гибридов зернового направления. Такие гибриды должны хорошо адаптироваться к определенным агроклиматическим условиям выращивания, обладать высокой продуктивностью,

хорошей влагоотдачей в период созревания. Урожайность кукурузы во многом зависит от правильного подбора лучших сортов или гибридов для конкретных условий выращивания. Известно, что генетический потенциал продуктивности выше у гибридов с более продолжительным периодом вегетации, однако раннеспелые и средне-

ранние генотипы более эффективно используют биоклиматические условия регионов с ограниченным периодом вегетации [1, 2].

На рост и развитие кукурузы влияют главным образом температурный режим и влагообеспеченность. Однако потребность ее в тепле в различные периоды роста и развития неодинакова, она дает дружные всходы при температуре почвы на глубине заделки семян 10–12 °С. Оптимальная температура для дальнейшего роста и развития растений кукурузы составляет 23–25 °С, снижение температуры до 14–15 °С приводит к ослаблению ростовых процессов [3].

В целом вегетационный период складывается из длительности прохождения межфазных периодов, в частности всходы – выметывание и цветение початка, когда наиболее резко выявляются различия между гибридами. Продолжительность межфазного периода всходы – цветение початка существенно меняется в годы с резко выраженными колебаниями среднесуточных температур в первой половине вегетации. Более точную характеристику по вегетационному периоду дает величина суммы эффективных среднесуточных температур воздуха выше 10 °С, необходимая для прохождения растениями кукурузы межфазных периодов, и чем более, раннеспелый гибрид по группе ФАО, тем меньше сумма температур необходима для наступления фазы цветения початка [4, 5].

Потребность кукурузы к влаге в разные периоды роста и развития также различна.

Требовательность кукурузы к влаге в начале вегетации невысока, примерно 30 мм осадков в месяц. Наибольшее количество влаги она потребляет в течение 30 дней, начиная за 10 дней до выметывания и до стадии молочной спелости. Благоприятные условия создаются при выпадении от 80 до 120 мм осадков. Недостаток влаги в этот период, который часто сопровождается высокими температурами воздуха, отрицательно влияет на процесс опыления, что приводит к снижению урожайности. Однако частые дожди с пониженными положительными температурами оказывают худшее влияние на рост и развитие кукурузы [6].

В Сибирском филиале ВНИИ кукурузы изучаются гибриды из разных научных учреждений с ФАО ≤ 200. В данной работе основную ценность представляют раннеспелые гибриды, которые можно выращивать на зерно и качественный силос.

Цель проведенных исследований – изучить влияние температурных условий и ко-

личества осадков на продолжительность межфазного периода «всходы – цветение початка» у раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Западной Сибири.

#### Материалы и методы исследования

Научные исследования проведены в Сибирском филиале ВНИИ кукурузы в 2012–2016 гг., в соответствии с методикой постановки и проведения опытов [7]. Объектом исследования были 7 гибридов кукурузы из разных научных учреждений: Сибирский 135, НУР, Обский 140 СВ, Машук 150 МВ – (ФАО 150-160), Катерина СВ, РОСС 140 СВ – (ФАО 170).

Наблюдения, проводимые в полевых условиях – даты посева, появления всходов (50%), цветения початков (50%). Вегетационный период определяли путем подсчета количества дней от появления 50% всходов до цветения початка 50% растений кукурузы. Урожайность гибридов изучалась в трехкратной повторности при густоте стояния 55–56 тыс. растений на гектар, площадь делянки 9,8 м<sup>2</sup>. На момент уборки гибридов определялась уборочная влажность зерна. Математическая обработка данных проводилась методом двухфакторного дисперсионного анализа, с определением НСР и критерия Дункана.

#### Результаты исследования и их обсуждение

По метеорологическим условиям годы проведения исследований отличались разнообразием, отражающим характерную для Западной Сибири континентальность климата с резкими перепадами тепло и влагообеспеченности по годам.

Вегетационный период 2012 г. отличался повышенным температурным режимом и дефицитом осадков. Среднесуточная температура воздуха летних месяцев составила, 20,4 °С, что превысило среднемноголетние значения в среднем для этого периода на 2,4 °С. Количество выпавших осадков составило 143 мм, что ниже нормы на 65 мм. Особенно жарким и сухим был июль, дневная температура длительное время превышала 30 °С, осадков было всего 8 мм, что способствовало развитию почвенной и воздушной засухи (табл. 1). Самыми неблагоприятными по температурному режиму были 2013 и 2014 гг. В 2013 г. наблюдался недобор тепла в мае и особенно июне. Сумма осадков за вегетационный период была в пределах нормы, но распределение их было неравномерным. Больше

всего осадков выпало в июле, менее всего в июне. В 2014 г. более холодными были последняя декада мая и начало июня. Но особенно холодным был июль, отклонение от нормы составило 2,2 °С. Количество осадков за весь период составило 136 мм, что существенно ниже нормы. Рост и развитие растений кукурузы проходило с опозданием на 10–12 дней. Май и июнь 2015 г. были теплее обычного, а вот июль и август холоднее в среднем на 1,3 °С, количество осадков в летние месяцы было немного больше нормы, но большая их часть выпала в августе. Наиболее благоприятным по температурному режиму и количеству осадков был 2016 г. Теплая погода была весь вегетационный период. Среднесуточные температуры летних месяцев составили в среднем 19,0 °С, осадков выпало 225 мм, что больше нормы на 54 мм, наибольшее их количество пришлось на июль.

по годам. Наиболее высокой она была в 2012 г. – 21,6 °С, превысив среднесуточные значения для этого периода на 3,4 °С. В 2013 г. этот показатель для данного периода был на уровне среднесуточных значений – 18,3 °С, но холодный май и июнь и довольно прохладное для этого времени года начало июля сказались на сроках цветения, которое началось позднее обычного на 5–7 дней. В 2014 г. самым холодным из летних месяцев был июль, среднесуточная температура воздуха за период «всходы – цветение початков» составила 16,7 °С, что на 1,5 °С ниже нормы за этот период. Цветение початков наступило в третьей декаде июля. В 2015 и 2016 гг. среднесуточная температура воздуха в период «всходы – цветение початков» составила соответственно – 19,4 °С и 19,8 °С, превысив, среднее значение на 1,1 °С и 1,5 °С. Распределение осадков также было различным. Наимень-

Таблица 1

Среднесуточная температура воздуха и сумма осадков по годам изучения, 2012–2016 гг.

Годы наблюдений	Дата появления всходов	Среднесуточная температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
		май	июнь	июль	август	май	июнь	июль	август
2012	30 мая	12,3	20,5	22,8	17,8	38	48	8	49
2013	4 июня	10,3	16,7	19,0	17,0	45	14	98	60
2014	27 мая	12,6	18,2	16,4	19,1	21	15	57	43
2015	2 июня	13,9	20,2	18,5	15,4	44	59	54	72
2016	29 мая	12,7	18,2	19,7	19,2	5	98	110	17
Среднемультилетнее		12,5	18,0	19,6	16,9	37	51	66	54

Посев гибридов кукурузы проводили в 2012–2013 гг. – 17 мая, 2014 г. – 12 мая, 2015 г. – 19 мая, 2016 г. – 21 мая. Различающиеся по годам погодные условия в послепосевной период повлияли на появление всходов. Всходы появились в 2012 г. – 30 мая, 2013 г. – 4 июня, 2014 г. – 27 мая, 2015 г. – 2 июня, и 2016 г. – 29 мая. Средняя продолжительность периода от посева до всходов составила 14 дней. Наиболее продолжительным этот период был в 2013 г. (18 дней), менее всего в 2016 г. (9 дней).

Наступление фазы «цветение початков» растений кукурузы в годы исследований существенно различалось по срокам. В 2012 г. цветение проходило в период с 16 по 23 июля, в 2013 г. – 25 июля – 1 августа, в 2014 г. – 26 июля – 3 августа, в 2015 г. – 22–30 июля и 2016 г. 16–25 июля. Среднесуточная температура воздуха за период «всходы – цветение початка» различалась

шее их количество за этот период выпало в 2012 г. – 55 мм, в 2013–2014 гг. – 115 мм, и 71 мм, в 2015 г. – 113 мм, наибольшее количество было в 2016 г. – 208 мм.

Продолжительность периода «всходы – цветение початков» изменялась по годам у гибридов Сибирский 135 и НУР с 47 до 56 дней, у Обский 140 СВ и Машук 150 МВ от 50 до 63, и у гибридов Катерина СВ и РОСС140СВ от 52 до 67 дней (табл. 2).

Следует отметить что сроки наступления фазы «цветение початков» были одинаковыми в засушливом в 2012 г. и более благоприятном 2016 г. Количество же выпавших осадков было существенно выше в 2016 г. И если сравнить 2012 и 2014 гг., то при существенном недоборе осадков в эти годы, но высокой среднесуточной температуре воздуха в 2012 г. и очень низкой в 2014 г. разрыв в наступлении фазы цветения початка был наиболее значительным. Так, у гибри-

дов Катерина СВ и РОСС 140 СВ он был – 15 дней у гибридов Обский 140 СВ и Машук 150 СВ – 13 дней, менее всего у Сибирского 135 и НУР. – 9 дней. Из этого можно сделать вывод, что на продолжительность периода «всходы – цветение початков» в условиях Западной Сибири большее влияние оказывает температурный фактор, чем сумма осадков. Недостаток тепла был наиболее значимым для гибридов с ФАО-170.

Урожайность зерна гибридов кукурузы и уборочная влажность также изменялись под влиянием температурных условий и количества осадков по годам изучения. В 2012 г. урожайность зерна гибридов кукурузы была невысокой, так как июльская засуха и высо-

кие температуры воздуха оказали негативное влияние в период цветения и формирования зерна. Более высокая урожайность зерна гибридов была получена в благоприятных условиях 2016 г., самая низкая в 2014 г. (табл. 3).

На основании проведенного статистического анализа в опыте имеются существенные различия по урожаю зерна между гибридами кукурузы. Так, гибрид с более ранним сроком цветения Сибирский 135 значительно отличается по урожаю зерна от остальных гибридов. Гибрид НУР показал незначительную разницу по урожаю зерна с Обским 140 СВ и Машук 150МВ, но существенную с гибридами Катерина СВ и РОСС 140 СВ.

**Таблица 2**

Продолжительность периода всходы – цветение початков у раннеспелых гибридов кукурузы в 2012–2016 гг.

Годы изучения	Продолжительность периода всходы – цветение початков 50%, дней					
	Сибирский 135	НУР	Обский 140СВ	Машук 150 МВ	Катерина СВ	РОСС 140СВ
2012	47	47	50	50	52	52
2013	52	52	55	55	57	57
2014	56	57	63	63	67	67
2015	50	52	54	54	56	56
2016	48	49	53	54	56	55
Среднее	50,6	51,2	55,0	55,2	57,6	57,4

**Таблица 3**

Урожай зерна раннеспелых гибридов кукурузы за 2012–2016 гг.

Гибрид \ Годы	2012	2013	2014	2015	2016	Среднее
	Урожай зерна 14% влажности, т/га					
Сибирский 135	5,7	6,0	5,5	5,9	8,3	6,3 а
НУР	4,9	5,5	4,9	5,3	7,6	5,6 bc
Обский 140СВ	4,9	5,0	4,2	4,5	7,8	5,3 c
Машук 150МВ	4,6	5,1	4,1	4,8	7,5	5,2 ce
Катерина СВ	4,3	4,9	3,6	4,2	7,6	4,9 e
РОСС 140СВ	4,4	5,0	3,7	4,1	7,8	5,0 e
Среднее по годам	4,8	5,2	4,3	4,8	7,8	5,5
НСР <sub>05</sub>						0,53

**Таблица 4**

Уборочная влажность зерна раннеспелых гибридов кукурузы за 2012–2016 гг.

Гибрид \ Годы	2012	2013	2014	2015	2016	Среднее
	Уборочная влажность зерна, %					
Сибирский 135	32,3	37,9	38,8	37,8	34,0	36,2 e
НУР	32,7	38,3	39,4	38,4	34,5	36,7 e
Обский 140 СВ	34,7	39,7	40,7	39,5	35,8	38,1 c
Машук 150 МВ	34,6	39,9	40,6	39,4	35,7	38,0 bc
Катерина СВ	35,8	40,2	41,6	40,1	37,4	39,0 abc
РОСС140 СВ	35,9	40,5	41,8	40,1	37,9	39,2 a
Среднее	34,3	39,4	40,5	39,2	35,9	37,9
НСР <sub>05</sub>						0,96



Изучение по уборочной влажности зерна показало, что между гибридами также имеются существенные различия. Самая низкая уборочная влажность зерна по всем гибридам была отмечена в 2012 г. (34,3%), высокая в 2014 г. (40,5%) (табл. 4).

В соответствии с проведенным анализом и использованием критерия множественных сравнений Дункана было определено, что уборочная влажность зерна гибридов Сибирский 135 и НУР более низкая и существенно отличается от остальной группы гибридов. Между остальными гибридами значимого отличия по уборочной влажности зерна не выявлено.

### Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что в условиях Западной Сибири для возделывания на фуражное зерно наиболее пригодны гибриды с ФАО до 160. Температурные условия и количество осадков каждого года оказывают влияние на наступление фазы цветения початка. Чем позднее гибрид по группе ФАО, тем больше тепла требуется для прохождения этой фазы. Зависимость между скоростью наступления фазы цветения и температурным режимом проявляется сильнее, чем от количества осадков. Особенно это влияние заметно у гибридов с ФАО 170. При ухудшении условий их продуктивность значительно снижается, и эти гибриды мало пригодны для возделывания на фуражное зерно в условиях Западной Сибири. В селекции гибридов для районов с ограниченным периодом вегетации в качестве основных признаков должны учитываться скороспелость и быстрая отдача влаги зерном при созревании. Этим требованиям в наибольшей мере отвечают гибриды Сибирский 135 и НУР. Гибриды Обский 140СВ и Машук 150МВ вызревают до физиологической спелости, но снижают урожайность в неблагоприятные по теплообеспеченности годы, имея при этом повышенную уборочную влажность зерна.

### Список литературы

1. Оптимизация семеноводства гибридной кукурузы с использованием селекционных индексов / В.С. Сотченко [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2017. – № 3 – С. 3–9.
2. Зубков Д.Г. Кукуруза на силос для районов с коротким периодом вегетации / Д.Г. Зубков. // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы. – Пятигорск: ООО «Кавказская здравница», 2009. – С. 31–32.
3. Реакция гибридов кукурузы на температурный режим в период прорастания / А.Г. Горбачева [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2014. – № 2. – С. 20–24.
4. Сумма эффективных температур в период всходы – цветение родительских форм гибридов кукурузы в различных условиях выращивания / В.С. Сотченко [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2012 – № 1. – С. 15–18.
5. Сумма эффективных температур и количество дней за период всходы – цветение початков у родительских форм гибридов кукурузы в зависимости от условий выращивания / В.С. Сотченко [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2017. – № 2. – С. 9–14.
6. Кукуруза. Выращивание, уборка, консервирование и использование / Д. Шпаар, К. Гинапп, Д. Дрегер [и др.]; под общ. редакцией Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2006. – 390 с.
7. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / Д.С. Филев [и др.] // ВНИИ кукурузы ВАСХНИЛ. – Днепропетровск, 1980. – 54 с.

### References

1. Optimizaciya semenovodstva gibridnoj kukuruzy` s ispol'zovaniem selekcionny`x indeksov / V.S. Sotchenko [i dr.] // Kukuruza i sorgo. – 2017.- № 3. – P. 3–9.
2. Zubkov D.G. Kukuruza na silos dlya rajonov s korotkim periodom vegetacii / D.G. Zubkov // Selekcija. Semenovodstvo. Texnologiya vozdel'vanija kukuruzy`. – Pyatigorsk: OOO Kavkazskaya zdravnicza, 2009. – P. 31–32.
3. Reakcija gibridov kukuruzy` na temperaturny`j rezhim v period prorastaniya / A.G. Gorbacheva [ i dr.] // Kukuruza i sorgo. – 2014. – № 2. – P. 20–24.
4. Summa e`ffektivny`x temperatur v period vsxody` – czvetenie roditel`skix form gibridov kukuruzy` v razlichny`x usloviyax vy`rashhivaniya / V.S. Sotchenko [i dr.] // Kukuruza i sorgo. – 2012. – № 1. – P. 15–18.
5. Summa e`ffektivny`x temperatur i kolichestvo dnei za period vsxody` – czvetenie pochatkov u roditel`skix form gibridov kukuruzy` v zavisimosti ot uslovij vy`rashhivaniya / V.S. Sotchenko [i dr.] // Kukuruza i sorgo. – 2017. – № 2. – P. 9–14.
6. Kukuruza. Vy`rashhivanie, uborka, konservirovanie i ispol'zovanie / D. Shhpaar, K. Ginapp, D. Dreger, i dr; pod obshh. redakciej D. Shpaara. – M.: ID OOO «DLV AGRODELO», 2006. – 390 p.
7. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevy`x opy`tov s kukuruzoj / D.S. Filev [i dr.] // VNIИ kukuruzy` VASXNIL. – Dnepropetrovsk, 1980. – 54 p.