

Научная статья

УДК 633.15:631.547.2(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-17-26

Суточная периодичность и ритмичность линейного роста кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии

Юрий Мухамедович Шогенов^{✉1}, Надежда Ильинична Перфильева²,
Тамерлан Алиевич Бозиев³

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

¹yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

²nadinagro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8541-1009>

³c0ldp1ay@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается суточная периодичность и ритмичность линейного роста кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии. Цель исследования – установление суточного прироста кукурузы в динамике в зависимости от сроков посева. Полевые эксперименты проводились в 2021–2023 гг. в учебно-производственном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова. опыты закладывались на черноземе выщелоченном. Опытный участок характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,3%, общий азот – 0,28%, емкость поглощения – 34,4 мг-эквивалент на 100 г почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7). Содержание подвижного фосфора составляло 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная – 15-18 мг на 100 г почвы (по Чирикову). По механическому составу эта почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляло 57%. В ходе исследования установлено, что неравномерность и близкий к синусоидальному суточный ход роста свойственны кукурузе так же, как и другим культурам семейства злаковых. Доминирование термической детерминальности в ростовых колебаниях у кукурузы выражено еще более отчетливо в связи с ее повышенной требовательностью к теплу. У этой культуры в течение суток проявляется совпадение во времени не только фазы минимума на кривых роста и температуры, но и максимума. Наибольшие часовые приросты (4,5 мм/ч) приходились на 15 ч, когда средняя температура достигала 22,1°C, а наименьшие (1,5 мм/ч) отмечены в 4-6 ч при температуре 7,5°C. Полупериод нисходящей части кривой роста составил при таком ходе температуры 14 ч, а восходящей части – 10 ч.

Ключевые слова: гибрид кукурузы, Родник 179 СВ, скорость роста, температура воздуха, продолжительность солнечного сияния в процентах от часа, относительная влажность воздуха

Для цитирования. Шогенов Ю. М., Перфильева Н. И., Бозиев Т. А. Суточная периодичность и ритмичность линейного роста кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 1(43). С. 17–26. doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-17-26

Original article

Daily periodicity and rhythm of linear growth of corn in the foothill zone of Kabardino-Balkaria

Yuri M. Shogenov^{✉1}, Nadezhda I. Perfilyeva², Tamerlan A. Bozиеv³

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030

¹yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

²nadinagro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8541-1009>

³c0ldp1ay@mail.ru

Abstract. The article examines the daily periodicity and rhythm of linear growth of corn in the conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria. The purpose of the study is to establish the daily growth of corn in dynamics depending on the sowing time. Field experiments were conducted in 2021-2023. in the educational and production complex of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov. The experiments were carried out on leached chernozem. The experimental plot was characterized by the following agrochemical indicators: humus content in the arable horizon – 3.3%, total nitrogen – 0.28%, absorption capacity – 34.4 mg-equivalent per 100 g of soil, the reaction of the soil solution is neutral (pH – 7). The content of mobile phosphorus was 15.0 mg per 100 g of soil, that is, the average supply (according to Chirikov), the supply of exchangeable potassium was increased - 15–18 mg per 100 g of soil (according to Chirikov). The mechanical composition of this soil is heavy loamy. The content of physical clay in it was 57%. It was established during the study that unevenness and a daily growth pattern close to sinusoidal are also characteristic of corn, as well as other crops of the cereal family. The dominance of thermal determinacy in growth fluctuations in corn is even more clearly expressed due to its increased heat requirement. In this culture, during the day, not only the phase of the minimum in the growth and temperature curves, but also the maximum coincides in time. The largest hourly increases (4.5 mm/h) occurred at 3 p. m., when the average temperature reached 22.1°C, and the smallest (1.5 mm/h) were noted at 4–6 p. m. at a temperature of 7.5°C. With this temperature variation, the half-life of the descending part of the growth curve was 14 hours, and the ascending part was 10 hours.

Keywords: corn hybrid, Spring 179 SV, growth rate, air temperature, duration of sunshine as a percentage of an hour, relative air humidity

For citation. Shogenov Yu.M., Perfilyeva N.I., Boziev T.A. Daily periodicity and rhythm of linear growth of corn in the foothill zone of Kabardino-Balkaria. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;1(43):17–26 (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-17-26

Введение. По своим потенциальным возможностям и кормовым достоинствам кукуруза является весьма ценной силосной культурой в Кабардино-Балкарии. Для максимальной реализации возможностей кукурузы наряду с совершенствованием приемов ее возделывания необходимо активизировать селекционную работу в направлении сокращения длины вегетационного периода и снижения требований этой культуры к теплу, повышения содержания протеина и улучшения аминокислотного состава белков в зерне и вегетативной массе ее. Изучение роста как индикаторного процесса, характеризующего степень экологической приспособленности растений к условиям их выращивания, имеет в связи с этим особое значение.

Наряду с ауксанографированием рост многих сортов и гибридов кукурузы регистрировали в опытах обычными методами – путем замеров высоты и определения динамики сырой и сухой массы растений и их органов по пятидневкам. Изучали также взаимосвязь органов и влияние различных фитотехнических приемов (обрезка листьев, метелок и воздушных корней) и микроэлементов на рост и продуктивность растений.

Исследовали роль эндосперма и щитка зерновки в регулировании процессов роста и развития кукурузы. Провели оценку 562 сортов, гибридов и линий коллекции ВИР на холодостойкость и продуктивность. Осуществили скрещивание 60 пар сортов, гибридов и линий кукурузы и определили у гибридов холодостойкость, интенсивность роста и продуктивность.

В Кабардино-Балкарии, а затем в Ярославской области и Белоруссии изучали зональные и сортовые особенности фазной ритмики роста кукурузы в связи с условиями выращивания, этапами органогенеза и ходом формирования урожая посевами. В итоге во всех трех почвенно-климатических зонах была выявлена четкая периодичность роста этой культуры по фазам развития и этапам органогенеза и установлена ведущая роль температурного фактора среды в нарушении ритмов роста кукурузы в Нечерноземной зоне. Результаты наших опытов подтвердили выводы П. И. Кулешова, В. А. Равича, В. Е. Козубепко, В. И. Балюры, Ф. М. Купермана, Н. Н. Третьякова и других о максимальном накоплении массы урожая кукурузой в период прохождения VII-VIII и X этапов органогенеза,

о наибольшем отрицательном влиянии на рост и урожайность кукурузы пониженных температур (ниже 8-10°C) именно в этот период ее развития, о возможности ежегодного получения урожаяев силосной массы кукурузы в Нечерноземье на уровне 300-400 ц/га и более.

Первые сведения о суточных колебаниях роста кукурузы сообщает Т. Кизелбах. Затем одновременно и независимо друг от друга такие исследования были начаты и проводились нами, А. П. Петровым и Н. Н. Поповым» [1].

Большое количество ученых Кабардино-Балкарии уделило внимание исследованиям кукурузы, изучению различных агроприемов возделывания столь ценной культуры [2–13], но отсутствуют какие-либо данные по изучению суточной периодичности и ритмичности линейного роста кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии.

Цель исследования – определить суточную периодичность и ритмичность линейного роста кукурузы в зависимости от сроков посева в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии.

Материалы, методы и объекты исследования. Полевые эксперименты проводились в 2021-2023 гг. в учебно-производственном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова. Опыты закладывались на черноземе выщелоченном.

Опытный участок характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,3%, общий азот – 0,28%, емкость поглощения – 34,4 мг-эквивалент на 100 грамм почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7). Содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная – 15-18 мг на 100 г почвы (по Чирикову). По механическому составу эта почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57%.

В полевом эксперименте в качестве объекта изучения использовался раннеспелый гибрид кукурузы Родник 179 СВ при трех сроках посева: ранний (3 дек. апреля), средний (1 дек. мая), поздний (2 дек. мая).

Раннеспелый трехлинейный гибрид Родник 179 СВ (ФАО 180). Он внесен в Госреестр селекционных достижений РФ в 2003 году, допущен к использованию в Центрально-черноземном, Центральном, Северо-Западном, Волго-Вятском, Средневолжском, Западно-Сибирском регионах. Растения высотой 240-260 см, хорошо облиственные, початок массой 110-140 г и длиной 20-25 см крепится на высоте 70-75 см. Урожай силосной массы в производственных испытаниях в 2003 году составил в СПК «Родина» Ефремовского района Тульской области 522 ц/га, в ООО «Агротехнология» Пронского района Рязанской области – 529 ц/га; в 2004 году в белорусском НИИЗиС (г. Жодино) было получено 664 ц/га. Средняя урожайность гибрида на зерно – от 51,3 ц/га в Центрально-черноземном регионе до 95,9 ц/га в Волго-Вятском регионе. Холодостойкость гибрида Родник 179 выше средней, засухоустойчивость – средняя. Устойчив к южному гельминтоспориозу, бактериозу, среднеустойчив к пузырчатой головне и фузариозу початков, но восприимчив к стеблевому кукурузному мотыльку. Рекомендуемая густота стояния растений на 1 га при выращивании на зерно и силос на богаре – 60 тыс., на орошении – 75 тыс. При возделывании без удобрений густоту нужно снижать на 5-10 тыс. растений на 1 га в зависимости от плодородия почвы и влагообеспеченности.

Площадь делянок в полевом опыте – 100 м². Повторность – четырехкратная, расположение – рендомизированное.

Все предусмотренные программой наблюдения и анализы выполнены по соответствующим ГОСТам и методикам, принятым в научных учреждениях.

Результаты исследований. Общая характеристика суточной периодичности роста. Представление о суточной периодичности роста кукурузы гибрида Родник 179 СВ за период прохождения растениями V-IX этапов органогенеза можно получить из рисунка 1.

Как видно из этого рисунка, неравномерность и близкий к синусоидальному суточный ход роста свойственны кукурузе так же, как и другим культурам семейства злаковых. Доминирование термической детерминальности в ростовых колебаниях у кукурузы

выражено еще более отчетливо в связи с ее повышенной требовательностью к теплу. У этой культуры в течение суток проявляется

совпадение во времени не только фазы минимума на кривых роста и температуры, но и максимума.

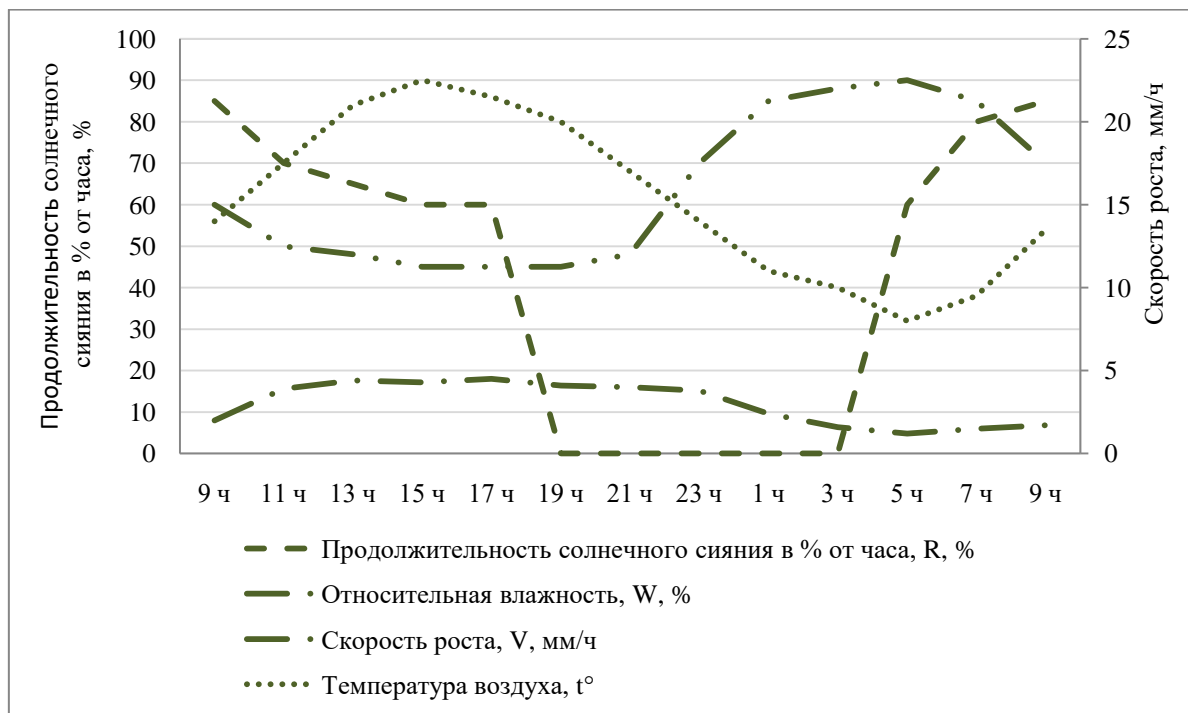


Рисунок 1. Суточная периодичность роста кукурузы за период прохождения V-IX этапов органогенеза с 8 июля по 14 августа 2022 г. Гибрид Родник 179 СВ.

Figure 1. Daily periodicity of corn growth during the period of V-IX stages of organogenesis from July 8 to August 14, 2022 Hybrid Rodnik 179 SV

Наибольшие часовые приросты (4,5 мм/ч) приходились на 15 ч, когда средняя температура достигала 22,1°С, а наименьшие (1,5 мм/ч) отмечены в 4-6 ч при температуре 7,5°С. Полупериод нисходящей части кривой роста составил при таком ходе температуры 14 ч, а восходящей части – 10 ч (табл. 1).

При учете суточной волны роста кукурузы за период с 9 до 9 ч можно установить, что амплитуда ее максимума в 4 раза превышает амплитуду минимальных приростов и составляет 1,2 мм/ч, а амплитуды температурной кривой различаются незначительно и соответственно равны 3,7 и 3,4°. Если же сместить начало и конец волны роста и температуры таким образом, чтобы их амплитуды были попарно равны между собой, то окажется, что по росту начало и конец суточной кривой будут приходиться на 10 ч, а по температуре – на 9 ч 20 мин, т. е. сдвиг фаз суточной кривой роста по отношению к фазам температурной кривой составляет 40 мин. Принимая, что 24 ч = 360°, находим,

что угол сдвига фаз $\varphi = \frac{360 \cdot 0,33ч}{24 ч} = 10^\circ$, а $\cos \varphi = 0,9848$. Этот показатель выражает 24 ч степень последствия температуры на рост кукурузы. Ускорение темпов роста у кукурузы при повышении температуры от 12 до 22° было равно в среднем 0,4 мм/ч², а коэффициент Вант-Гоффа $Q_{10} = 2,2$. В связи с более низким градиентом температуры при ее снижении с 22,1 до 7,5° замедление скорости ростовых процессов составляло только 0,22 мм/ч², а коэффициент $Q_{10} = -2$. Угол подъема кривой роста более чем в 2 раза превысил угол ее снижения и составил 67°.

Некоторые колебания скорости роста в дневное время в пределах от 4 до 4,5 мм/ч были вызваны изменениями интенсивности света при переменной облачности. В вечерние, ночные и ранние утренние часы таких колебаний в росте не наблюдалось. Относительная влажность воздуха находилась на уровне 42-90% и не оказывала тормозящего влияния на рост кукурузы.

Таблица 1. Основные параметры суточной периодичности линейного роста кукурузы в зависимости от этапов органогенеза и температурных условий
Table 1. The main parameters of the daily periodicity of linear growth of corn depending on the stages of organogenesis and temperature conditions

Периоды роста	Этапы органогенеза				
	VI 2021 г.	VII 2022 г.	VII-VIII 2022 г.	VIII 2023 г.	X 2023 г.
Этапы органогенеза	V-VI	VI	V-IX	II-IV	III-IV
$T_p^1/2ч$	13	19	14	15	15
$T_t^1/2ч$	13	14	14	15	15
$A_1, мм/ч$	1	2	1	2	2
$A_2, мм/ч$	1	2	0	0	0
$\alpha^{\circ 1}$	36	51	32	35	46
$\alpha^{\circ 2}$	63	79	68	61	76
$t^{\circ 1}$	13,1	11,2	7,6	11,9	7,8
$t^{\circ 2}$	24,1	25,6	22,4	20,0	21,9
$(t^{\circ 1}-t^{\circ 2})$	11,0	14,5	14,8	8,1	14,1
Время начала волны роста при $A_1=A_2$, (ч-мин)	8-25	9-00	10-00	11-00	12-00
Смещение фаз роста и температуры (ч-мин)	1-25	–	0-40	1-00	1-30
Опережение роста (+) или запаздывание (-)	+	0	–	+	–
Подъем кривой	2,3-2,5	3,6	2,2-2,6	–	3
Спад кривой	2,3-2,5	3	2,2-2,5	–	2,3

Такой же суточный ход роста кукурузы сохранялся в основном и на ранних этапах органогенеза при более поздних сроках сева (рис. 2 и табл. 1). Так, на II-IV этапах обнаруживалась такая же зависимость суточной скорости роста от температуры, как и на V-IX этапах.

Коэффициент корреляции между данными показателями составил в среднем за сутки $0,94 \pm 0,14$. Фазы максимальной и минимальной скорости роста кукурузы точно совпадали по времени с максимальной и минимальной температурами и приходились на 15 и 5 часов. Полупериод спада темпов роста увеличился здесь до 15 ч, а полупериод подъема уменьшился до 9 ч. Амплитуда фазы максимума роста в 4 раза превысила амплитуду минимальной его скорости и составила 1,6 мм/ч.

Сдвиг начальных и конечных фаз на кривой скорости роста по отношению к температурной кривой при одинаковых амплитудах составил уже не 40 мин, как в период прохождения V-IX этапов органогенеза, а 1 ч, или 15° ($\cos \phi = 0,9659$). Причем сдвиг фаз роста произошел не на более поздние, а на более ранние по отношению к температуре часы,

что объясняется изменением температурных условий. Минимальная температура повысилась до $11,7^{\circ}$, а суточный ее градиент снизился до 8° , в связи с чем равенство амплитуд колебания роста наступало при смещении начала и конца суточной волны на 11 ч, а температурной кривой – на 12 ч. Следовательно, при слабом ограничении ростовых процессов пониженными температурами возможно не только совпадение, но и опережение фаз роста по отношению к фазам температуры на их суточных кривых.

На II-IV этапах органогенеза абсолютные приросты растений в высоту еще не достигали максимальных значений и при температуре воздуха 20°C составляли в среднем около 3 мм/ч. Однако коэффициент Q_{10} и в этот период также находился в пределах от 2,5 до 3,0. Ускорение темпов роста кукурузы при повышении температуры с $11,7$ до $20,0^{\circ}$ составляло $0,22 \text{ мм/ч}^2$, а замедление в этих же температурных границах было равно $0,13 \text{ мм/ч}^2$, в связи с чем угол подъема кривой скорости роста почти в 2 раза превышал угол ее снижения и составлял 60° .

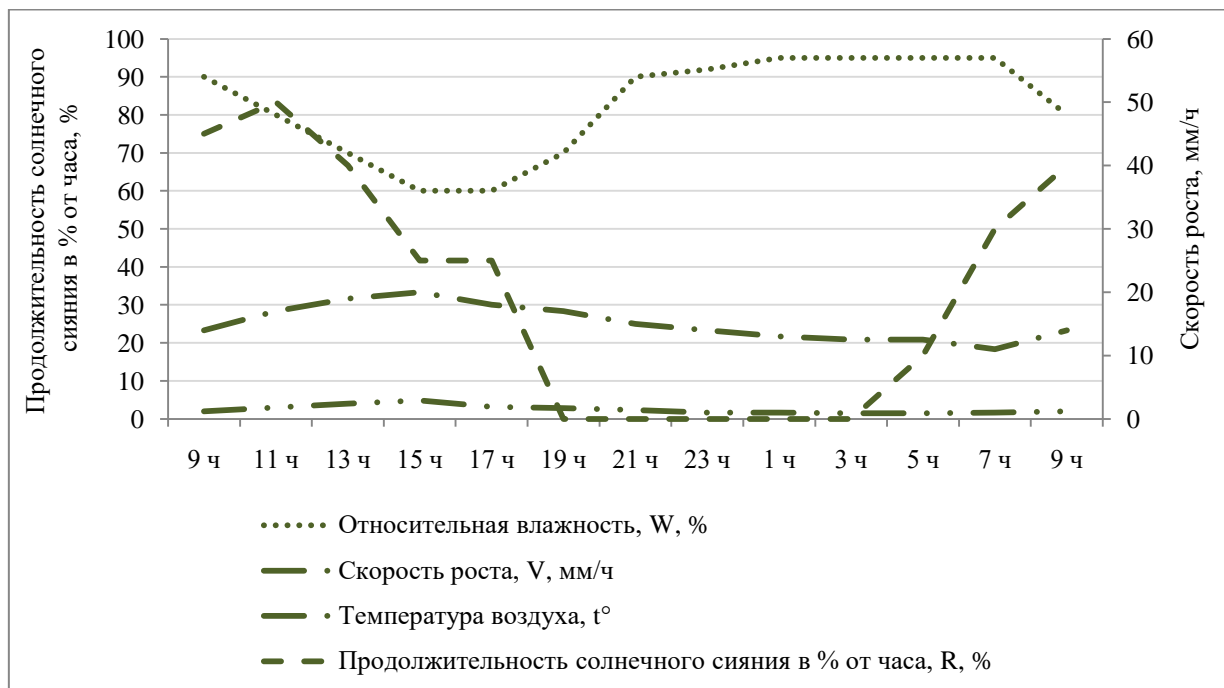


Рисунок 2. Суточная периодичность роста кукурузы за период прохождения II-IV этапов органогенеза с 15 по 27 августа 2022 г. Гибрид Родник 179 СВ. Второй срок посева
Figure 2. Daily periodicity of corn growth during the period of stages II-IV of organogenesis from August 15 to August 27, 2022. Hybrid Rodnik 179 NE. Second sowing period

Фаза максимума на кривой роста при температуре, не превышающей 20°C, в отличие от этой фазы описанных выше зерновых культур, проявляется исключительно четко, что обусловлено более высоким уровнем оптимальных границ температуры для роста кукурузы. Колебания роста, обусловленные переменной облачностью, в этом случае оказались менее заметными.

В температурных условиях сентября 2022 г. при более резко выраженной суточной термопериодичности [суточный градиент $(t_2^\circ - t_1^\circ) = 13,9^\circ$] у растений кукурузы третьего срока посева на тех же этапах органогенеза (III-IV этап) сдвиг начальных и конечных фаз на кривой скорости роста за счет последствие пониженных температур составлял не 1, а 2 ч. При этом наблюдалось не опережение, а запаздывание в наступлении соответствующих фаз роста по отношению к фазам температуры (рис. 3 и табл. 1).

В связи с этим изменились и некоторые другие параметрические характеристики кривой скорости роста. Амплитуда максимальной скорости роста увеличилась до 2,2 мм/ч, а минимальной – уменьшилась до 0,2 мм/ч. Ускорение темпов роста при повышении температуры возросло до 0,26 мм/ч², а замедление –

до 0,14 мм/ч², в связи с чем подъем и снижение кривой роста происходили при значительно больших углах ($\alpha_1 = 76^\circ$ и $\alpha_2 = 45^\circ$). Смещение начала и конца кривых роста и температуры при одинаковых амплитудах колебания составило по скорости роста 12, а по температуре – 10 ч. Коэффициент Q_{10} при понижении температуры в границах 7,7-21,6°C составил в этот период 3, а при ее повышении от 7,7 до 17,7°C – 2,3 и от 11,6 до 21,6°C – 3,7. На величине Q_{10} при повышении температуры от 7,7 до 17,7°C также отразилось последствие пониженных ночных температур. Коэффициент корреляции между скоростью линейного роста и температурой и в этих условиях был очень высоким (0,96-0,11). Величина абсолютных часовых приростов кукурузы в высоту в начале сентября при прохождении III-IV этапов органогенеза и температуре 20-21°C сохранялась на уровне августовских приростов у таких же по возрасту растений, при тех же температурах. Это показывает, что при удовлетворительном температурном режиме условия освещения в сентябре еще не ограничивают ростовых процессов у кукурузы и обеспечивают нормальный ход накопления урожая посевами.

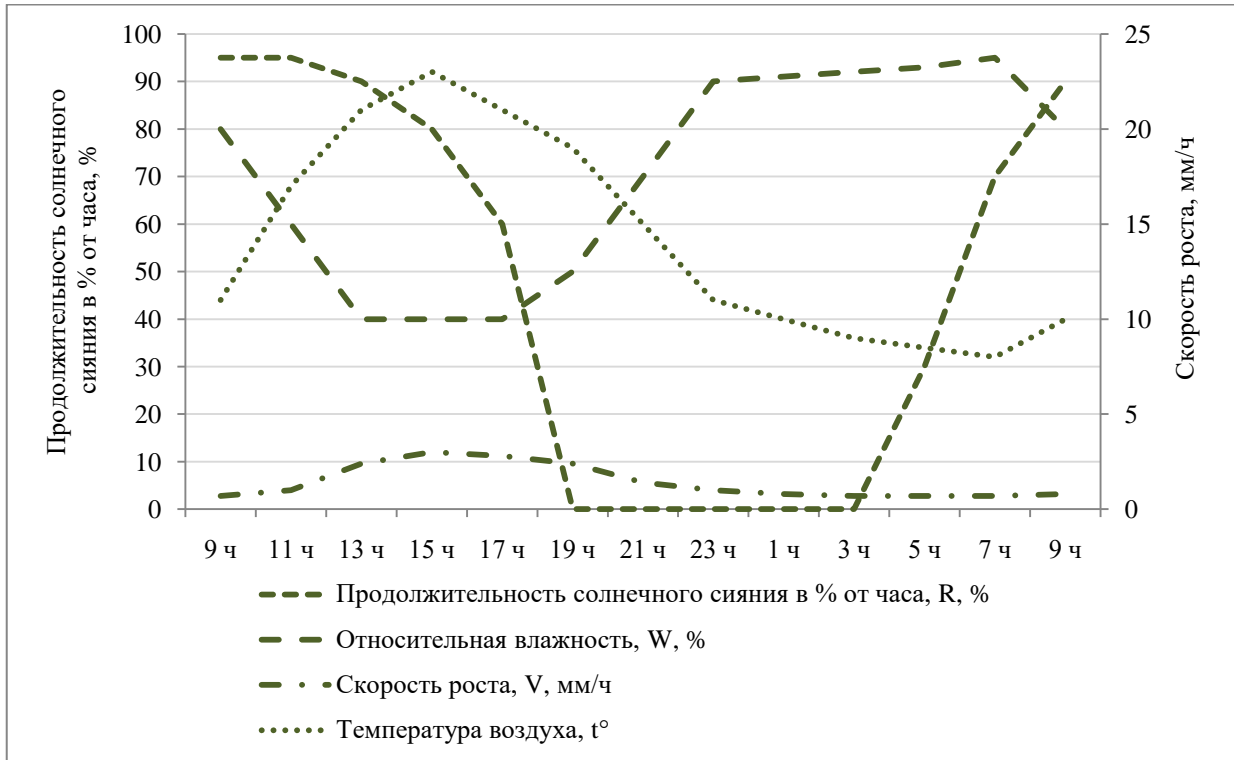


Рисунок 3. Суточная периодичность роста кукурузы за период прохождения III-IV этапов органогенеза с 3 по 15 апреля 2022 г. Гибрид Родник 179 СВ. Третий срок посева
Figure 3. Daily periodicity of corn growth during the III-IV stages of organogenesis from April 3 to April 15, 2022 Hybrid Rodnik 179 NE. Third sowing period

С такой же скоростью росла в высоту кукуруза и в июле 2021 г. при равных или близких температурных условиях (см. табл. 1) при прохождении V-VI этапов органогенеза. Однако в связи с более благоприятным температурным режимом в ночные часы (12,9°C) и меньшим суточным градиентом температуры (10,8°C) суточные приросты растений были в этот период выше, чем в августе и сентябре. В данных условиях снова проявилось опережение фаз восходящих участков кривой скорости роста на 1 ч 25 мин в сравнении с соответствующими фазами температурной кривой. Однако положения начала и конца обеих кривых при равной величине амплитуд их колебания переместились на более ранние часы (на 8 ч 25 мин и 9 ч 50 мин), что объясняется повышенными температурными градиентами и большим ускорением темпов роста ($a = 3,6 \text{ мм/ч}^2$) при повышении температуры в утренние часы. Большие колебания в продолжительности солнечного сияния (от 40 до 85%) в дневные часы суток вызвали и колебания в скорости роста кукурузы от 2,6 до 3,0 мм/ч. Однако и в этом случае на ос-

новных участках кривой суточного роста температурный коэффициент Вант-Гоффа (Q_{10}) был равен 2,3-2,5. Существенного влияния на изменение скорости роста кукурузы суточные колебания относительной влажности воздуха в пределах от 60 до 90% не оказали.

Более детально экзогенную суточную ритмику и пульсации роста кукурузы можно проследить на индивидуальных последовательных графиках за каждые сутки при непрерывном ауксанографировании. Из этого рисунка видно, что ведущим фактором, определяющим уровень и суточный ход скорости ростовых процессов у кукурузы, на протяжении всех дней оставалась температура. Кривая скорости роста в основном копирует суточную температурную кривую. Минимальная скорость роста совпадает с минимальной температурой и приходится на 5-6 ч. Исключение составляло только 7 июля, когда наименьшие часовые приросты были зарегистрированы дважды в течение суток – в 15 и 1 ч, но они тоже были обусловлены минимальными точками температуры. Фазы мак-

симального роста хотя и приходится на области самых высоких дневных температур, но часто оказываются «раздробленными» на несколько вершин, часть из которых смещена по отношению к температурному максимуму на более раннее или более позднее время. Такое «дробление» фазы максимума вызывают переменная облачность и связанные с ней колебания в интенсивности и продолжительности солнечного сияния. На всех шести суточных кривых роста это влияние света проявилось весьма отчетливо. Следует обратить внимание и на тот факт, что в дни с ясной погодой максимум скорости роста у кукурузы смещается на более ранние часы (10-11) и не совпадает с вершиной температурной кривой, а в облачные дни вершины

этих кривых, как правило, совпадают во времени. Этот вывод относится только к условиям оптимальных или близких к ним температур.

Выводы. 1. У кукурузы, как более теплолюбивой культуры, синусоидальный тип суточной периодичности роста выражен еще более четко, чем у других злаковых растений в предгорной зоне Кабардино-Балкарии на выщелоченных черноземах.

2. Строгое соблюдение всего комплекса агротехнических мероприятий при выращивании современных гибридов кукурузы позволяет получать ежегодно в условиях Кабардино-Балкарии не менее 30-40 т/га силосной массы и более 10 т/га зерна.

Список литературы

1. Шевелуха В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути его регулирования. Москва: Колос, 1980. 455 с.
2. Адиньяев Э. Д., Абаев А. А., Адаев Н. Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. Грозный: Изд-во ЧГУ, 2012. 345 с.
3. Пат. 2270548 Российская Федерация, МПК А01С 1/06. Способ предпосевной обработки семян / С. А. Бекузарова, Т. С. Абиева, А. А. Тедеева; заявитель и патентообладатель Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства, № 2004126835/12; заявл. 06.09.2004; опубл. 27.02.2006. Бюл. № 6.
4. Завалин А. А., Темботов З. М., Азубеков Л. Х. Урожайность зерна кукурузы при использовании удобрений, витавакса и биопрепаратов // Плодородие. 2008. № 3(42). С. 12–13. EDN: КТОРМЖ
5. Иванова З. А., Шогенов Ю. М., Нагудова Ф. Х. Технологические свойства зерна и посевные качества семян кукурузы в зависимости от способов сушки // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 750. EDN: SZVTUL
6. Мамиев Д. М., Абаев А. А., Тедеева А. А. Биологическая интенсификация звена зернопропашного севооборота // Научная жизнь. 2014. № 3. С. 26–29. EDN: ОУПQR
7. Перфильева Н. И. Продуктивность и содержание сахаров в початках пищевой кукурузы в зависимости от приемов возделывания // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: сб. науч. тр. По материалам IX Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея, профессора Б.Х. Фиалова. Нальчик, 2023. С. 30–31. EDN: KJQVID
8. Шогенов Ю. М., Перфильева Н. И., Жеруков Т. Б., Таумурзаева Ф. Д. Продуктивность кукурузы на зерно при применении комплексных удобрений в условиях предгорной зоны КБР // Реализация приоритетных программ развития АПК: сб. науч. тр. по итогам X Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Бориса Хажмуратовича Жерукова. Нальчик, 2022. С. 111–117.
9. Шогенов Ю. М., Перфильева Н. И., Жеруков Т. Б., Таумурзаева Ф. Д. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от листовой подкормки комплексными удобрениями в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Реализация приоритетных программ развития АПК: сб. науч. тр. по итогам X Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Бориса Хажмуратовича Жерукова. Нальчик, 2022. С. 117–123. EDN: NWOKUP
10. Шогенов Ю. М., Перфильева Н. И., Таумурзаева Ф. Д. Продуктивность гибридов кукурузы и родительских форм в зависимости от применения гербицидов в условиях предгорной зоны КБР // Научно-технический и социально-экономический потенциал развития АПК РФ: материалы Всероссийской научно-практической конференции имени Заслуженного деятеля науки КБР, Заслуженного агронома РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора М. Х. Ханиева. Нальчик, 2022. С. 340–344.

11. Продуктивность кукурузы в зависимости от ежегодного внесения индюшиного помета в предгорной зоне КБР / Ю. М. Шогенов, М. И. Теммоев, З.-Г. С. Шибзухов, Н. И. Перфильева, Р. А. Тиев // *International Agricultural Journal*. 2022. Т. 65. № 6. С. 28. DOI: 10.55186/25876740_2022_6_6_28. EDN: ZQWVIW
12. Шибзухов З.-Г. С., Шогенов Ю. М., Гадиева А. А. Влияние уровня влагообеспеченности почв на урожайность сахарной кукурузы // *Новые технологии*. 2019. № 4. С. 199–208. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10420. EDN: YEQTJ
13. Шибзухов З.-Г. С., Шогенов Ю. М. Урожайность гибридов разных групп спелости кукурузы в зависимости от сортовых особенностей, сроков посева, густоты стояния и биопрепаратов в Кабардино-Балкарии // *Проблемы развития АПК региона*. 2018. № 4 (36). С. 116–121. EDN: YRSEWD

References

1. Shevelukha B.C. *Periodichnost' rosta sel'skokhozyaystvennykh rasteniy i puti yego regulirovaniya* [Periodicity of growth of agricultural plants and ways of its regulation]. Moscow: Kolos, 1980. 455 p. (In Russ.)
2. Adinyaev E.D., Abaev A.A., Adaev N.L. *Uchebno-metodicheskoye rukovodstvo po provedeniyu issledovaniy v agronomii* [Educational and methodological guidelines for conducting research in agronomy]. Grozny: Izd-vo CHGU, 2012. 345 p.
3. Pat. 2270548 Russian Federation, Int. Cl. A01C 1/06. Method for presowing treatment of seeds. S.A. Bekuzarova, T.S. Abieva, A.A. Tedeeva; applicant and patent holder Severo-Kavkazskij nauchno-issledovatel'skij institut gornogo i predgornogo sel'skogo khozjajstva, No. 2004126835/12; application 06.09.2004; publ. 27.02.2006. Bul. No. 6. (In Russ.)
4. Zavalin A.A., Tembotov Z.M., Azubekov L.Kh. Corn grain yield when using fertilizers, Vitavax and biological products. *Plodorodie*. 2008;3(42):12–13. (In Russ.). EDN: KTOPMJ
5. Ivanova Z.A., Shogenov Yu.M., Nagudova F.Kh. Technological properties of grain and sowing qualities of corn seeds depending on drying methods. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014;(5):750. (In Russ.). EDN: SZVTUL
6. Mamiev D.M., Abaev A.A., Tedeeva A.A. Biological intensification of the grain crop rotation link // *Nauchnayazhizn'*. [Scientific Life]. 2014. No. 3. Pp. 26–29. (In Russ.). EDN: OYIIQR
7. Perfilyeva N.I. Cob productivity and sugar content edible corn depending on receptions cultivations. *Sel'skokhozyaystvennoye zemlepol'zovaniye i prodovol'stvennaya bezopasnost': sb. nauch. Tr. po materialam IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF, KBR, Respubliki Adygeya professora B.Kh. Fiapsheva* [Agricultural land use and food security: collection. scientific papers based on materials from the IX International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of the Honored Scientist of the Russian Federation, Kabardino-Balkaria, the Republic of Adygea, Professor B.Kh. Fiapshev]. Nalchik, 2023. Pp. 30–31. (In Russ.). EDN: KJQVID
8. Shogenov Yu.M., Perfilyeva N.I., Zherukov T.B., Taumurzaeva F.D. The productivity of corn for grain when using complex fertilizers in the conditions of the foothill zone of the KBR. *Realizatsiya prioritetnykh programm razvitiya APK: sb. nauch. tr. po itogam X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati zasluzhennogo deyatelya nauki RF i KBR, professora Borisa Khazhmuratovicha Zherukova*. [Implementation of priority programs for the development of the agro-industrial complex: collection. scientific tr. following the results of the X International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of the Honored Scientist of the Russian Federation and Kabardino-Balkaria, Professor Boris Khazhmuratovich Zherukov]. Nalchik, 2022. pp. 111–117 (In Russ.).
9. Shogenov Yu.M., Perfilyeva N.I., Zherukov T.B., Taumurzaeva F.D. The yield of corn grain depending on foliar feeding with complex fertilizers in the conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria. *Realizatsiya prioritetnykh programm razvitiya APK: sb. nauch. tr. po itogam X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati zasluzhennogo deyatelya nauki RF i KBR, professora Borisa Khazhmuratovicha Zherukova*. [Implementation of priority programs for the development of the agro-industrial complex: collection. scientific papers following the results of the X International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of the Honored Scientist of the Russian Federation and Kabardino-Balkaria, Professor Boris Khazhmuratovich Zherukov]. Nalchik, 2022. Pp. 117–123. (In Russ.). EDN: NWOKUP
10. Shogenov Yu.M., Perfilyeva N.I., Taumurzaeva F.D. Productivity of corn hybrids and parental forms depending on the use of herbicides in the foothill zone of the KBR. *Nauchno-tekhnicheskij i sotsial'no-ekonomicheskij potentsial razvitiya APK RF: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii imeni*

Zasluzhennogo deyatelya nauki KBR, Zasluzhennogo agronoma RF, doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora M. Kh. Khaniyeva [Scientific, technical and socio-economic potential for the development of the agro-industrial complex of the Russian Federation: materials All-Russian Scientific and Practical Conference named after the Honored Scientist of the Kabardino-Balkarian Republic, Honored Agronomist of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor M. Kh. Khaniev]. Nalchik, 2022. Pp. 340–344. (In Russ.).

11. Shogenov Yu.M., Temmoev M.I., Shibzukhov Z.G.S., Perfilyeva N.I., Tiev R.A. Maize productivity depending on the annual introduction of turkey manure in the foothill zone of the KBR. *International Agricultural Journal*. 2022;65(6):28. (In Russ.). DOI: 10.55186/25876740_2022_6_6_28. EDN: ZQWVIW

12. Shibzukhov Z.-G.S., Shogenov Yu.M., Gadieva A.A. The effect of soil water availability level on sugar corn yield. *New technologies*. 2019;(4):199–208. (In Russ.). DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10420. EDN: YEQJTJ

13. Shibzukhov Z.-G.S., Shogenov Yu.M. Productivity of hybrids of different groups of corn ripeness depending on varietal characteristics, sowing dates, standing density and biological products in Kabardino-Balkaria. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2018;4(36):116–121. (In Russ.). EDN: YRSEWD

Сведения об авторах

Шогенов Юрий Мухамедович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5840-7710

Перфильева Надежда Ильинична – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 3974-8298

Бозиев Тамерлан Алиевич – магистрант направления подготовки «Технология продукции и организация общественного питания», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the authors

Yuri M. Shogenov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5840-7710

Nadezhda I. Perfilyeva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 3974-8298

Tamerlan A. Boziev – master's student in the direction of training "Product Technology and Public Catering Organization", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors were directly involved into the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 08.02.2024;
одобрена после рецензирования 28.02.2024;
принята к публикации 07.03.2024.

The article was submitted 08.02.2024;
approved after reviewing 28.02.2024;
accepted for publication 07.03.2024.