

РАЗВИТИЕ И РОСТ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА СЕВА, МАССЫ И ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ СЕМЯН**В. Н. КОСТЕНЕВИЧ, Н. Ф. НАДТОЧАЕВ**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222164, e-mail: kostenevich80@mail.ru, corn2007@mail.ru

(Поступила в редакцию 27.01.2025)

Исследования проводились в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2022–2024 гг. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м. В пахотном слое опытного участка содержалось 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг P₂O₅, 257–286 мг/кг K₂O, pH – 6,05–6,14. Отличительной особенностью погодных условий 2022 г. явился дефицит влаги в почве, который растения кукурузы начали остро ощущать через 3 недели после цветения, наступившего в начале августа, и отсутствие осадков в дальнейшем в течение трех декад с ранними осенними заморозками в первой декаде сентября. По сумме эффективных температур (выше 10 °C) и количеству выпавших осадков с мая по сентябрь 2022 г. близок к среднемуголетнему (915 °C и 896 °C, 352 и 370 мм соответственно). Если в 2022 г. острый дефицит осадков наблюдался только в августе, то в 2023 г. – с мая по август, но особенно в июне. И общее их количество за 5 месяцев вегетации кукурузы составило 180 мм при сумме эффективных температур 1148 °C. Вегетационный период 2024 г. характеризовался пониженными температурами воздуха после раннего сева кукурузы, продолжительный довсходовый период, дефицитом осадков в мае, августе и сентябре и большим количеством тепла, превысившим норму на 44 %. Сумма осадков с мая по сентябрь составила 281 мм.

В опыте изучались 2 срока сева: 1) ранний – при сумме положительных температур около 200 °C, что совпадает с появлением бутонов у крыжовника (28 апреля 2022 г., 19 апреля 2023 г. и 10 апреля 2024 г.) и 2) оптимальный – через 2 недели после первого срока. Протравленные препаратами Максим XL, 1 л/т + Табу, 5 л/т семена гибрида Дарьян мелкой фракции (7 мм) в 2022 г. имели массу 1000 шт. 202 г и лабораторную всхожесть 96 %, крупной фракции (9 мм) – 273 г и 99 %, гибрида Полесский 202 мелкой фракции (7 мм) – 257 г и 93 %, крупной (8 мм) – 323 г и 99 %. В 2023 г. семена гибрида Дарьян мелкой фракции имели массу 1000 шт. 196 г и лабораторную всхожесть 97 %, крупной – 290 г и 100 %, гибрида Полесский 202 мелкой фракции – 193 г и 96 %, крупной – 305 г и 94 %. В 2024 г. использовались семена гибрида Дарьян с массой семян 271 и 356 г (фракции 7 и 9), Полесский 202 – 215 и 357 г соответственно.

Исследования показали, что при раннем севе кукурузы в центральной части Беларуси, когда температура в довсходовый период не достигает 10 °C, средняя продолжительность его у гибридов Дарьян и Полесский 202 колеблется в пределах 22–30 сут, при оптимальном она сокращается до 14–20 сут. Увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см задерживает появление всходов кукурузы до 3 сут, однако к фазе цветения это наполовину компенсируется за счет более быстрого развития растений. При оптимальном сроке сева, проводимом через 2 недели после раннего, довсходовый период короче на 8 сут, от всходов до цветения початков – на 4 суток, в результате чего эта фаза наступает только на 2 дня позже, что обусловлено одинаковой суммой эффективных температур, получаемой растениями кукурузы разных сроков сева. На высоту растений кукурузы существенное влияние оказывает водный режим в период их интенсивного роста, при котором различия по годам могут составлять 30 %, в то время как сроки сева с разницей в 2 недели, масса 1000 семян в пределах 222–357 г и глубина заделки семян от 2 до 7 см изменяли этот показатель до 5 %. Оптимальный срок сева по сравнению с ранним, как и увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см способствуют повышению высоты растений кукурузы по окончании роста.

Ключевые слова: кукуруза, срок сева, глубина заделки, масса семян, температура, высота растений, развитие растений.

The research was carried out at the Scientific and Research and Practical Center of the NAS for Arable Farming in 2022–2024 on sod-podzolic cohesive sandy soil, underlain by moraine loam from a depth of 0.4–0.9 m. The plowing layer of the trial field contained 2.24–2.70 % humus, 180–200 mg P₂O₅, 257–286 mg/kg K₂O, pH – 6.05–6.14. A distinctive feature of the weather conditions in 2022 was the lack of moisture in the soil, which corn plants began to feel acutely 3 weeks after flowering, which occurred in early August, and the absence of precipitation in the future for three ten-day periods with early autumn frosts in the first ten days of September. In terms of the sum of effective temperatures (above 10 °C) and the amount of precipitation from May to September, 2022 is close to the long-term average (915 °C and 896 °C, 352 and 370 mm, respectively). If in 2022 an acute deficit of precipitation was observed only in August, then in 2023 – from May to August, but especially in June. And their total amount for 5 months of corn vegetation was 180 mm with a sum of effective temperatures of 1148 °C. The vegetation period of 2024 was characterized by low air temperatures after early sowing of corn, which led to a long pre-emergence period, a deficit of precipitation in May, August and September and a large amount of heat, which exceeded the norm by 44 %. The amount of precipitation from May to September was 281 mm.

The experiment studied 2 sowing dates: 1) early – with a sum of positive temperatures of about 200 °C, which coincides with the appearance of gooseberry buds (April 28, 2022, April 19, 2023 and April 10, 2024) and 2) optimal – 2 weeks after the first date. Seeds of the Daryan hybrid of small fraction (7 mm) treated with Maxim XL, 1 l/t + Tabu, 5 l/t in 2022 had a weight of 1000 pcs of 202 g and laboratory germination of 96 %, large fraction (9 mm) – 273 g and 99 %, hybrid Poleskiy 202 small fraction (7 mm) – 257 g and 93 %, large (8 mm) – 323 g and 99 %. In 2023, the seeds of the hybrid Daryan small fraction had a weight of 1000 pcs. 196 g and laboratory germination of 97 %, large – 290 g and 100 %, hybrid Poleskiy 202 small fraction – 193 g and 96 %, large – 305 g and 94 %. In 2024, seeds of the Daryan hybrid with a seed weight of 271 and 356 g (fractions 7 and 9) were used, Poleskiy 202–215 and 357 g, respectively.

Studies have shown that with early sowing of corn in the central part of Belarus, when the temperature in the pre-emergence period does not reach 10 °C, its average duration for the hybrids Daryan and Poleskiy 202 fluctuates within 22–30 days, with the optimal period it is reduced to 14–20 days. Increasing the seeding depth from 2–3 cm to 6–7 cm delays the emergence of corn seedlings

by up to 3 days, but by the flowering phase this is half compensated for by the faster development of plants. With the optimal sowing time, carried out 2 weeks after early sowing, the pre-emergence period is shorter by 8 days, from seedlings to cob flowering – by 4 days, as a result of which this phase occurs only 2 days later, which is due to the same sum of effective temperatures received by corn plants of different sowing dates. The height of maize plants is significantly affected by the water regime during their period of intensive growth, where differences between years can be 30 %, while sowing dates with a difference of 2 weeks, 1000 seed weight within 222–357 g and seed placement depth from 2 to 7 cm changed this indicator by up to 5 %. The optimal sowing date compared to early sowing, as well as an increase in seed placement depth from 2–3 cm to 6–7 cm, contribute to an increase in the height of maize plants after growth is complete.

Key words: maize, sowing time, seeding depth, seed weight, temperature, plant height, development of plant.

Введение

Срок сева является важным агротехническим приемом, влияющим на формирование урожая кукуру-

среднемноголетнего значения. В довсходовый период кукурузы погодные условия сочетались с низкими ночными температурами и теплой солнечной погодой в дневное время, что не оказало сильного негативного влияния на снижение полевой всхожести семян при длительном периоде от сева до всходов. Июнь оказался теплым, но также с дефицитом осадков (32 % от нормы), что к концу месяца повлекло за собой сильное снижение содержания влаги в почве до уровня мертвого запаса. По этой причине рост растений кукурузы практически прекратился. В июле погода была умеренно теплой с удовлетворительным выпадением и распределением осадков (80 % от нормы), что способствовало хорошему формированию початка. Однако дефицит влаги сохранялся до конца вегетационного периода, что вызвало преждевременное усыхание растений.

Первая декада апреля 2024 г. оказалась необычно теплой, превысив норму на 6,4 °С. Теплее нормы (на 1,2 °С) была и вторая декада месяца. Третья декада характеризуется обильными осадками и холодной погодой. В итоге температура апреля оказалась на 2,2 °С выше среднемноголетнего значения, при в 2,3 раза большем количестве осадков. В первой половине мая температурные условия приближались к многолетним значениям, а осадков выпало меньше нормы. Особенно засушливой оказалась вторая декада месяца. И в целом за май выпало 13,4 мм осадков (21 % от нормы) при среднесуточной температуре воздуха на 1,8 °С выше многолетнего значения. Теплее обычного (на 1,5 °С) с обильными осадками (+ 38 %) был первый летний месяц. Такая погода благоприятствовала хорошему росту растений кукурузы. В июле среднесуточная температура воздуха превышала норму на 2,0 °С, составив 20,8 °С. Жаркая погода с высокими дневными температурами в августе с существенным дефицитом осадков привела к тому, что растения кукурузы, достигнув фазы восковой спелости зерна, начали интенсивно усыхать. Сухая и теплая погода в сентябре ускорили этот процесс. Растения кукурузы, равно как и зерно, имели необычно высокое содержание сухого вещества.

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в 2022 г. составила 915 °С, в 2023 г. она равнялась 1148 °С, а в 2024 г. – 1288 °С при норме 896 °С. С мая по сентябрь в 2022 году по данным метеостанции Борисов выпало 352 мм осадков, в 2023 г. их было лишь 180 мм, в 2024 г. – 281 мм при норме 370 мм.

При раннем сроке сева, когда средняя температура не достигла 10 °С, довсходовый период кукурузы увеличивался (рис. 1, 2). В 2022 г. он составил 22–25 суток и возрастал в зависимости от глубины заделки семян с 2–3 до 6–7 см. В 2023 г. при мелкой заделке семян довсходовый период остался прежним, а при глубокой – сократился на 1–2 суток относительно предыдущего года. В 2024 г. довсходовый период оказался самым длинным и составил от 26 сут при мелкой заделке семян до 30 – при глубокой. В итоге в среднем за 3 года всходы кукурузы у обоих гибридов появились через 23,3 сут после сева при мелкой заделке на 2–3 см, 24,7–25,3 сут при заделке семян на 4–5 см и через 26,0–26,3 сут – на 6–7 см. Сев кукурузы в оптимальные сроки обеспечивал появление всходов через 18–20 суток в 2022 г., 15–17 суток в 2023 г. и 14–18 сут в 2024 г. с такой же зависимостью от глубины заделки семян. В итоге, в среднем за 3 года всходы кукурузы у обоих гибридов появились через 15,7 сут после сева при мелкой заделке на 2–3 см, 17,0 сут при заделке семян на 4–5 см и через 18,3 сут – на 6–7 см. Масса 1000 семян в пределах 193–357 г. не оказывала влияния на скорость появления всходов кукурузы.

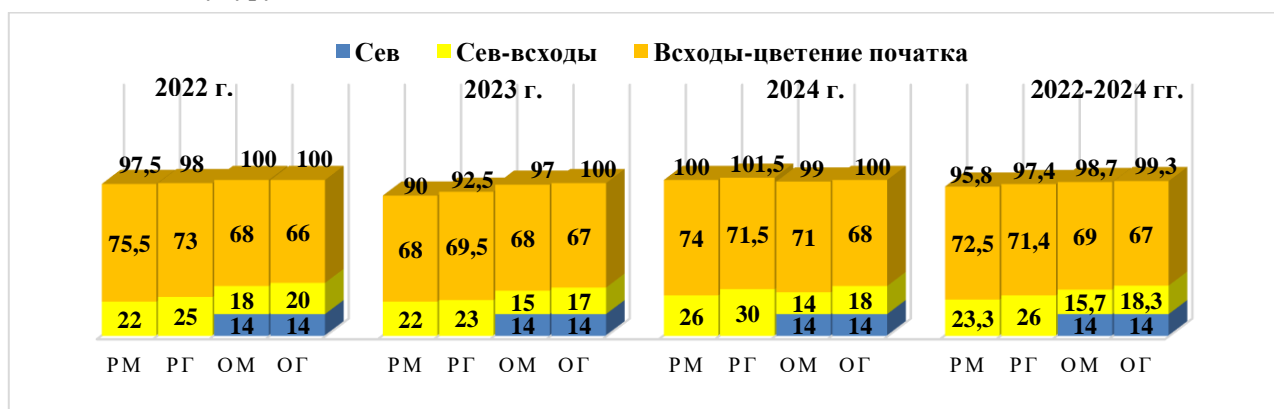


Рис. 1. Продолжительность периода от раннего срока сева до цветения початков у гибрида Дарьян при различных сроках сева и глубине заделки семян, сут (PM и PG – ранний сев с мелкой или глубокой заделкой, OM и OG – оптимальный срок сева с мелкой, или глубокой заделкой семян. То же в рис. 2–4)

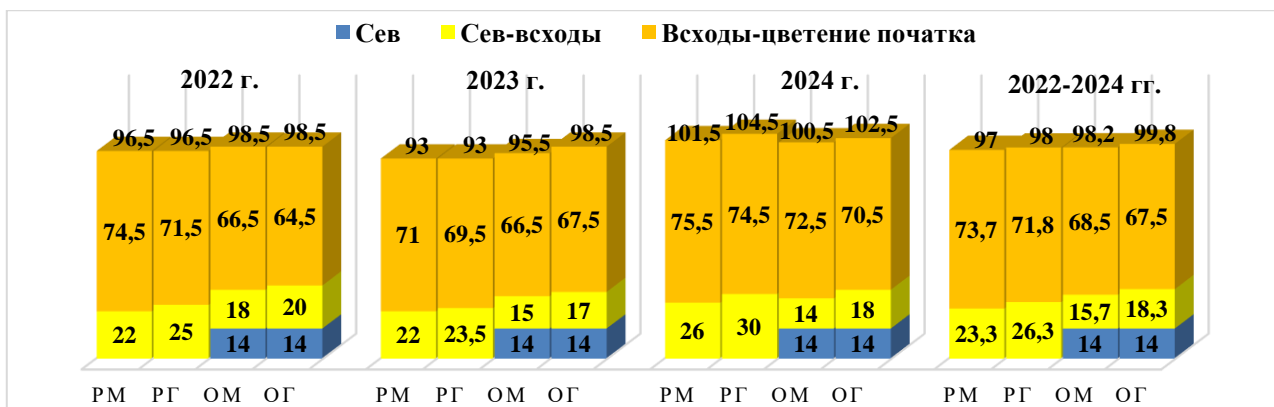


Рис. 2. Продолжительность периода от раннего срока сева до цветения початков у гибрида Полесский 202 при различных сроках сева и глубине заделки семян, сут

Основным фактором, влияющим на продолжительность довсходового периода, следует считать температурный режим. Так, при температуре 9,4 °С довсходоый период при раннем севе в 2024 г. составлял 28 сут, а при температуре 12,2 °С, отмечаемой в 2023 г. при оптимальном сроке сева, он сократился до 16 сут.

Увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см у обоих гибридов во все годы приводило к сокращению периода от всходов до цветения початков. Это полная противоположность тому, что отмечалось в довсходоый период. Исключением явился 2023 г. при использовании мелких и крупных семян гибрида Дарьян. При том что второй срок сева проводился на 2 недели позже, в фазу цветения початков растения в зависимости от варианта опыта вступили с разницей до 3 суток в 2022 г., до 8 суток в 2023 г. и до 5 суток в 2024 г. В итоге, самое раннее цветение початков в 2022 г. у обоих гибридов наступило 2–3 августа при раннем севе крупными семенами, а самое позднее – 5–6 августа при оптимальном севе мелкими семенами. Такая же закономерность отмечалась и в 2023 г., но даты цветения более ранние – 18–20 июля и 25–30 июля. В 2024 г. даты цветения початков в большей степени изменялись не от массы семян, а от срока сева и генотипа. Более раннее цветение отмечено при оптимальном сроке сева (18–20 июля у Дарьяна и 19–22 июля у Полесского 202). Последний при раннем севе мелкой фракцией семян вступил в фазу цветения початков 21–25 июля, в то время как Дарьян на всех вариантах глубины заделки семян – 20 июля.

На продолжительность периода «всходы – цветение початков» сильное влияние оказывает срок сева кукурузы и связанные с ним температурные условия года. Диапазон колебаний может составлять от 64 до 76 суток. В то же время Полесский 202, несмотря на большее на 20 единиц число ФАО относительно Дарьяна, зацвел практически одновременно, что не отвечает требованиям «идеального гибрида», для которого предпочтительна длинная первая половина вегетации и короткая вторая.

Сокращение межфазного периода «всходы – цветение початка» при оптимальном сроке сева обусловлено более высокими суточными температурами. Например, в 2022 г. они были на 1,0 °С выше, чем при раннем сроке сева, в 2023 г. – на 0,2 °С и в 2024 г. – на 0,5 °С. Среднесуточная температура воздуха за этот период составляла в среднем от 17,9 °С в 2023 г. до 18,8 °С в 2024 г., а сумма эффективных температур – от 542 до 631 °С соответственно. Сроки сева и генотип гибрида на последний показатель оказывали незначительное влияние.

Измерение высоты растений в 2022 г. показало, что на начальном этапе интенсивного роста растения раннего срока сева превосходили по этому показателю растения оптимального срока сева (рис. 3, 4). Это продолжалось до начала цветения кукурузы, после которого данная закономерность постепенно заняла иное положение. И по окончании роста растения второго срока оказались даже более высокорослыми. Так, у Дарьяна максимальная высота растений при первом сроке сева достигала 293 см, при втором – 301 см, у Полесского 202 – 284 и 292 см соответственно. Рост растений в зависимости от массы семян у гибридов изменялся по-разному. Если у Дарьяна крупная фракция обеспечивала больший рост на протяжении всей вегетации кукурузы, то у Полесского 202 это наблюдалось только до фазы цветения и к концу вегетации растения имели равную высоту, независимо от массы семян. Глубина заделки семян не оказывала существенного влияния на рост растений у обоих гибридов кукурузы на протяжении всей вегетации, начиная с фазы интенсивного роста.

В 2023 г. по срокам сева наблюдались аналогичные предыдущему году закономерности. Отличие заключается лишь в том, что высота растений кукурузы в этот год из-за июньской засухи оказалась значительно меньшей и составила при первом сроке сева 208 см у гибрида Дарьян и 229 см у гибрида Полесский 202, при втором сроке сева – 223 и 239 см соответственно. Как видно, в таких условиях Полесский 202 обеспечил лучший рост растений, чем Дарьян, что может свидетельствовать о его

лучшей засухоустойчивости. Кроме того, равные показатели высоты растений при различных сроках сева в 2023 г. наступили в более позднюю фазу развития растений – после наступления цветения початка. Если на начальном этапе интенсивного роста растений их высота была большей при высеве крупных семян, то к окончанию роста у обоих гибридов отмечена обратная закономерность. И превышение высоты здесь хорошо заметное: по состоянию на 8 августа от 9 см у гибрида Дарьян до 14 см – Полесский 202 или 4,1 и 5,8 % соответственно. Также отмечается бóльшая, хотя и несущественная, разница по высоте растений в пользу глубокой заделки семян. Если в 2022 г. относительно заделки семян на 2–3 см она составляла 1,0–1,4 %, то в 2023 г. – 3,5–4,2 %.

В 2024 г., в отличие от двух предыдущих лет, при втором сроке сева высота растений существенно превосходила данный показатель раннего сева уже на начальном этапе интенсивного роста. И это продолжалось на протяжении всей вегетации. Данное явление можно объяснить только лишь продолжительным довсходовым периодом при раннем сроке сева, следствием чего явился ослабленный рост. На это указывает и слишком малая высота растений более требовательного к теплу гибрида Полесский 202 при раннем севе, который только к концу вегетации реализовал генетически заложенный в нем потенциал.

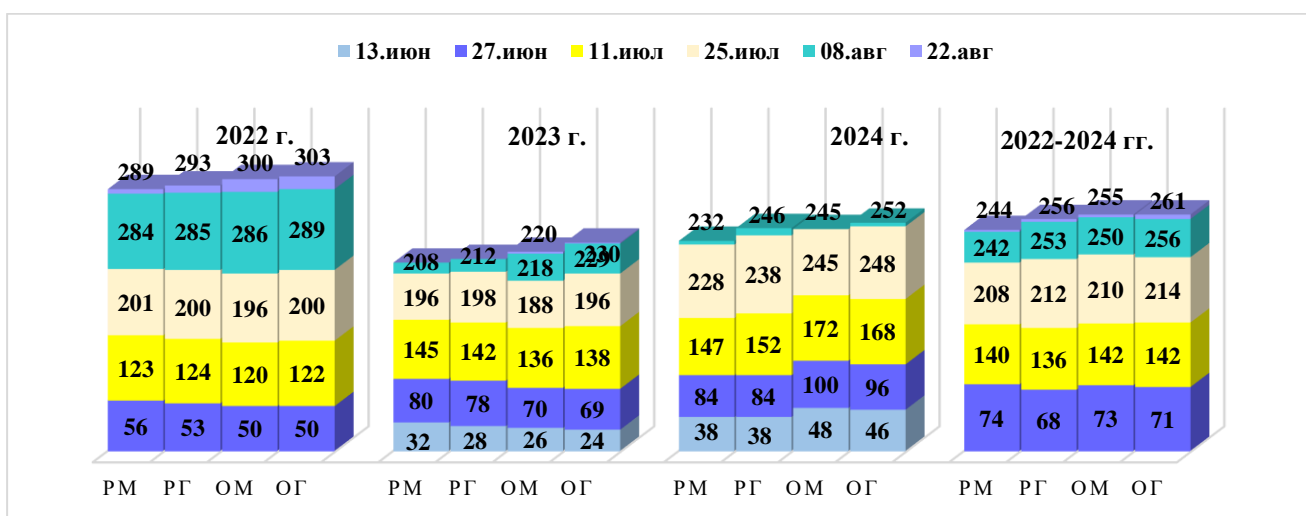


Рис. 3. Динамика роста растений гибрида кукурузы Дарьян в зависимости от срока сева и глубины заделки семян, см

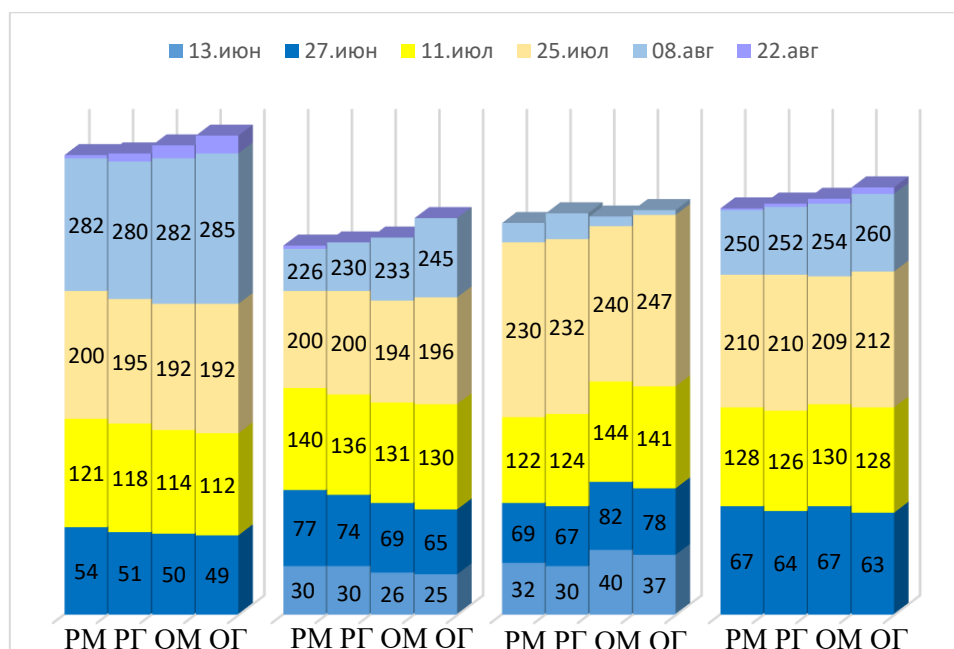


Рис. 4. Динамика роста растений гибрида кукурузы Полесский 202 в зависимости от срока сева и глубины заделки семян, см

По окончании роста высота растений у него составила 246 см при раннем севе и 250 см при оптимальном, у Дарьяна эти показатели равнялись 239 и 251 см соответственно. Что касается массы семян, то и в третий год отмечались те же закономерности, когда крупная фракция до цветения початка-

ков имела превосходство в высоте растений над мелкой. Но к окончанию роста растения у обоих гибридов не имели существенных различий по высоте. По-прежнему глубина заделки семян оказывала несущественное влияние на рост растений кукурузы у обоих гибридов.

Различная реакция гибридов кукурузы на изучаемые факторы в зависимости от погодных условий привела к тому, что в результате трехлетних исследований существенной разницы в росте растений в зависимости от срока сева на протяжении вегетации не выявлено. И только по окончании роста отмечено существенное превышение высоты растений при оптимальном сроке сева по сравнению с ранним, т.е. двумя неделями раньше (рис. 5).

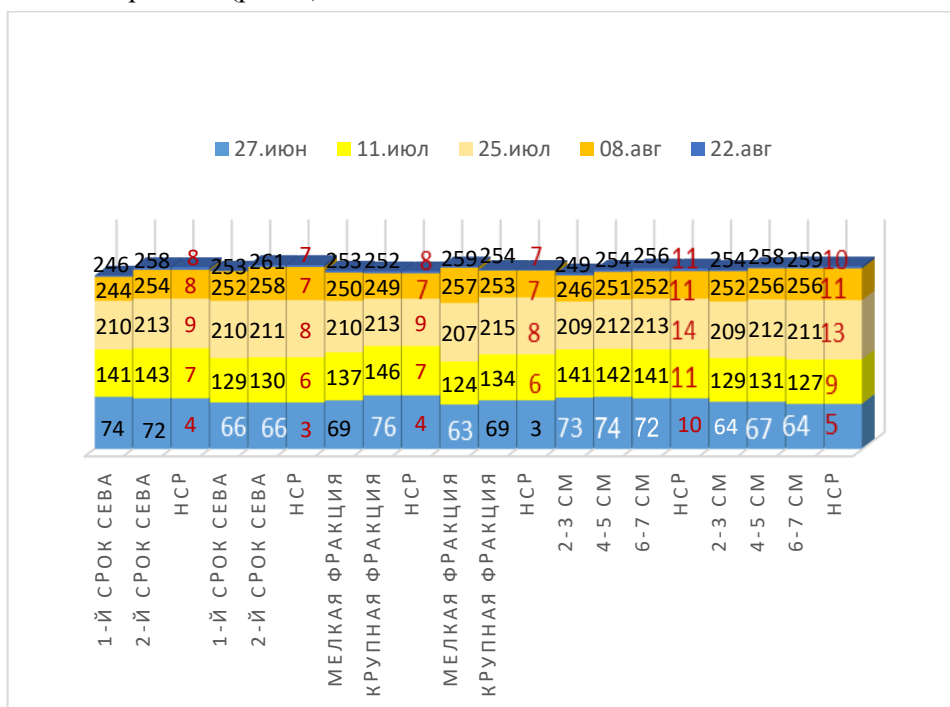


Рис. 5. Динамика роста растений гибридов кукурузы в зависимости от срока сева, массы и глубины заделки семян в среднем за 2022–2024 г., см (1 – Дарьян, 2 – Полесский 202)

У гибрида Дарьян высота растений в среднем за 3 года исследований составила 246 см при раннем севе и 258 см при оптимальном, у гибрида Полесский 202–253 и 261 см соответственно. Высота растений при использовании крупной фракции семян (в среднем 306–328 г/1000 шт.) по сравнению с более мелкой (222–223 г) была достоверно большей только до цветения кукурузы. Различная глубина заделки семян в пределах от 2 до 7 см не оказывала существенного влияния на рост растений кукурузы у обоих гибридов.

У гибрида Дарьян высота растений в среднем за 3 года исследований составила 246 см при раннем севе и 258 см при оптимальном, у гибрида Полесский 202–253 и 261 см соответственно. Высота растений при использовании крупной фракции семян (в среднем 306–328 г/1000 шт.) по сравнению с более мелкой (222–223 г) была достоверно большей только до цветения кукурузы. Различная глубина заделки семян в пределах от 2 до 7 см не оказывала существенного влияния на рост растений кукурузы у обоих гибридов.

Заключение

1. При раннем севе кукурузы (10–28 апреля) на дерново-подзолистой связносупесчаной почве в центральной части Беларуси, когда температура в довсходовый период не достигает 10 °С, средняя продолжительность его у гибридов Дарьян и Полесский 202 колеблется в пределах 22–30 сут, при оптимальном (на 2 недели позже) она сокращается до 14–20 сут.

2. Увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см задерживает появление всходов кукурузы до 3 сут, однако к фазе цветения это наполовину компенсируется за счет более быстрого развития растений.

3. При оптимальном сроке сева, проводимом через 2 недели после раннего, довсходовый период короче на 8 сут, от всходов до цветения початков – на 4 суток, в результате чего эта фаза наступает только на 2 дня позже, что обусловлено одинаковой суммой эффективных температур, получаемой растениями кукурузы разных сроков сева.

5. На высоту растений кукурузы существенное влияние оказывает водный режим в период их интенсивного роста, при котором различия по годам могут составлять 30 %, в то время как сроки сева с разницей в 2 недели, масса 1000 семян в пределах 222–357 г и глубина заделки семян от 2 до 7 см изменяли этот показатель до 5 %. Оптимальный срок сева по сравнению с ранним, как и увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см способствуют повышению высоты растений кукурузы по окончании роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молдован, Ж. А. Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу західного / Ж. А. Молдован, С. І. Собчук // Бюллетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – 2016. – № 11. – С. 39–45.
2. Вожегова, Р. А. Влияние сроков сева и густоты стояния на показатели высоты растений гибридов кукурузы в орошаемых условиях юга Украины / Р. А. Вожегова, А. Н. Влащук, А. С. Дробит, А. В. Шепель // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2019. – Вып. 55. – С. 75–81.
3. Олдрич, С. Р. Как сеять, чтобы получить хороший урожай / С. Р. Олдрич, У. О. Скотт, Р. Дж. Хоефт // Зерно. – 2006. – № 1. – С. 21–26.
4. Кукуруза в Сибири / Н. И. Кашеваров [и др.]. – Новосибирск, 2004. – 400 с.
5. Силантьев, И. А. Обоснование и разработка интенсивной технологии возделывания кукурузы в системе почвозащитного земледелия Западной Сибири: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / И. А. Силантьев. – Омск, 1996. – 32 с.
6. Панфилов, А. Э. Культура кукурузы в Зауралье / А. Э. Панфилов. – Челябинск: ЧГАУ, 2004. – 356 с.
7. Панфилов, А. Э. Норма и стабильность реакции гибридов кукурузы на температуру почвы в период прорастания / А. Э. Панфилов, А. Г. Горбачева, И. А. Ветошкина, Н. А. Колесникова // АПК России. – 2015. – Т. 71. – С. 102–106.
8. Мингалев, С. К. Формирование урожая зеленой массы и зерновой продуктивности гибридов кукурузы при разных сроках посева в условиях Среднего Урала / С. К. Мингалев, Н. Н. Зезин, Н. А. Намятов // Кормопроизводство. – 2013. – № 9. – С. 29–31.
9. Мингалев, С. К. Влияние сроков посева на формирование урожайности зеленой массы и продуктивности гибридов кукурузы в условиях Среднего Урала / С. К. Мингалев, В. Р. Лаптев, И. В. Сурин // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 1. – С. 20–22.
10. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от густоты и срока посева в условиях Среднего Урала / С. К. Мингалев [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 3. – С. 60–62.
11. Рену, Ж. П. Ранний посев как ответ изменениям климата / Ж. П. Рену // Зерно. – 2010. – № 2. – С. 78–83.
12. Надточаев, Н. Ф. Глубина заделки семян линий и гибридов кукурузы / Н. Ф. Надточаев, М. А. Мелешкевич, Л. П. Шиманский // Кукуруза и сорго. – 2003. – № 2. – С. 10–11., Шульц, П. Глубина посева очень важна для кукурузы / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2022. – № 1. – С. 28–29.
13. Шлапунов, В. Н. Срок сева и глубина заделки семян линий и гибридов кукурузы / В. Н. Шлапунов, Н. Ф. Надточаев, В. В. Шолтанюк // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2005. – № 4. – С. 64–74.