

7. Ермохин, Ю. И. Почвенно-растительная оперативная диагностика «ПРОД-ОМСХИ» минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур: монография / Ю. И. Ермохин. – Омск: ОмГАУ, 1995. – 208 с.
8. Ахмедова, Р. И. Спектрофотометрическое определение аскорбиновой кислоты в лекарственных формах / Р. И. Ахмедова, Х. А. Мирзаева // *Universum: химия и биология*. – 2016. – Т. 30, № 12. – С. 1.
9. Rice stripe virus suppresses jasmonic acid-mediated resistance by hijacking brassinosteroid signaling pathway in rice / J. Hu [et al.] // *PLoS pathogens*. – 2020. – Vol. 16, № 8. – P. e1008801.
10. Divi, U. K. Brassinosteroid mediated stress tolerance in Arabidopsis shows interactions with abscisic acid, ethylene and salicylic acid pathways / U. K. Divi, T. Rahman, P. Krishna // *BMC Plant Biology*. – 2010. – Vol. 10. – P. 151–164.
11. Rohmawati, T. Effect of Methyl Jasmonate on Vegetative Growth and Formation of Potato Tuber (*Solanum tuberosum* L. var. Granola) / T. Rohmawati, K. Dewi // *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*. – 2019. – Vol. 7, № 1. – С. 24–29.
12. Пузина, Т. И. Экзогенная салициловая кислота и фотосинтетическая активность *Solanum tuberosum* / Т. И. Пузина, И. Ю. Макеева // *Естественные и гуманитарные науки в современном мире*. – 2019. – С. 101–105.
13. Salicylic acid protects potato plants from phytoplasma-associated stress and improves tuber photosynthate assimilation / S. Sánchez-Rojo [et al.] // *American journal of potato research*. – 2011. – Т. 88, № 2. – С. 175–183.
14. Ascorbic acid accumulates as a defense response to Turnip mosaic virus in resistant Brassica rapa cultivars / A. Fujiwara [et al.] // *Journal of experimental botany*. – 2016. – Vol. 67, № 14. – С. 4391–4402.
15. Interplay between abiotic (drought) and biotic (virus) stresses in tomato plants / R. Mishra [et al.] // *Molecular Plant Pathology*. – 2022. – Vol. 23, № 4. – С. 475–488.
16. Yarwood, C. E. Virus susceptibility increased by soaking bean leaves in water / C. E. Yarwood // *Plant Dis. Repr.* – 1959. – Vol. 43. – P. 841–844.
17. Reactive oxygen species are involved in brassinosteroid-induced stress tolerance in cucumber / X. J. Xia [et al.] // *Plant physiology*. – 2009. – Vol. 150, № 2. – С. 801–814.
18. Brassinosteroid suppress rice defense against root-knot nematodes through antagonism with the jasmonate pathway / K. Nahar [et al.] // *Mol. Plant Microbe Interact.* – 2013. – Vol. 26. – P. 106–115.
19. Brassinosteroids antagonize gibberellin- and salicylate-mediated root immunity in rice / D. De Vleeschauwer [et al.] // *Plant physiology*. – 2012. – Vol. 158, № 4. – P. 1833–1846.
20. Федорова, Ю. Н. Применение салициловой кислоты для адаптации растений в условиях *in vivo* / Ю. Н. Федорова, А. И. Ковалев // *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2014. – № 2. – С. 16–21.
21. Virus infection improves drought tolerance / P. Xu [et al.] // *New Phytologist*. – 2008. – Vol. 180, № 4. – P. 911–921.
22. Elwan, M. W. M. Improved productivity and quality associated with salicylic acid application in greenhouse pepper / M. W. M. Elwan, M. A. M. El-Hamahmy // *Scientia Horticulturae*. – 2009. – Vol. 122, № 4. – P. 521–526.
23. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. A. Cunes [et al.] // *J. Plant Physiol.* – 2007. – Vol. 164. – P. 728–736.
24. Effects of satureja hortensis oil treatments and exogenous H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> on potato virus y infected *Solanum tuberosum* L. / Plants under drought conditions / C. L. Bădărău [et al.] // *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie*. – 2012. – Vol. 19, № 2. – P. 140–145.
25. Brassinosteroids as a Factor of Photosynthetic Activity Increase of Improved Potatoes / U. I. Pavlovna [et al.] // *Biosciences Biotechnology Research Asia*. – 2015. – Vol. 12, № 2. – P. 1481–1485.
26. Enhanced ascorbic acid accumulation in transgenic potato confers tolerance to various abiotic stresses / C. P. Upadhyaya [et al.] // *Biotechnology letters*. – 2010. – Vol. 32, № 2. – P. 321–330.
27. Effect of salicylic acid and salinity stress on the performance of tomato plants / M. Naeem [et al.] // *Gesunde Pflanzen*. – 2020. – Vol. 72, № 4. – P. 393–402.
28. Boubakri, H. The role of ascorbic acid in plant-pathogen interactions / H. Boubakri // *Ascorbic acid in plant growth, development and stress tolerance*. – 2017. – P. 255–271.
29. Wolucka, B. A. Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions / B. A. Wolucka, A. Goossens, D. Inzé // *Journal of experimental Botany*. – 2005. – Vol. 56, № 419. – P. 2527–2538.
30. Youssif, S. B. D. Response of potatoes to foliar spray with cobalamin, folic acid and ascorbic acid under North Sinai conditions / S. B. D. Youssif, S. Youssif // *Middle East J. Agric. Res.* – 2017. – Vol. 6, № 3. – P. 662–672.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № B22M-037).

УДК 633.15:631.559:631.841.7:551.5

## Формирование урожая кукурузы при использовании различных доз и сроков внесения карбамида в зависимости от агроклиматических условий

Н. Ф. Надточаев, кандидат с.-х. наук, В. Н. Костеневич, соискатель  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 11.01.2023)

На связносупесчаной почве Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию в четырехлетних опытах изучено действие основного и дробного внесения карбамида на урожайность кукурузы в зависимости от погодных условий. Показано, что внесение карбамида в дозе 90–120 кг/га азота на фоне 50 т/га навоза обеспечивает существенную прибавку урожая относительно контрольного варианта без азота (15,6–22,8 % по сухому веществу и 17,2–25,9 % по зерну), но имеет несущественные различия в пределах указанных норм применения. Дробное внесение карбамида ( $N_{30}$  в пред-

*The effect of basic and fractional application of carbamide on corn yield depending on weather conditions was studied in four-year experiments on the connected sandy soil of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture. It is shown that the introduction of carbamide at a dose of 90–120 kg/ha of nitrogen against a background of 50 t/ha of manure provides a significant increase in yield relative to the control variant without nitrogen (15,6–22,8 % for dry matter and 17,2–25,9 % for grain), but has insignificant differences within the specified application rate. Fractional*

посевную культивацию +  $N_{60-90}$  вразброс в фазе 7–8 листьев) способствует формированию на 2,7–5,1 % более высокого сбора сухого вещества и на 4,8–6,9 % – зерна по сравнению с разовым внесением всей дозы в предпосевную культивацию.

## Введение

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

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) [3]. Температура воздуха от всходов до цветения початков не только определяет продолжительность этого периода, но и оказывает значительное влияние на накопление сухого вещества (СВ) в початках ко времени уборки [4].

Недостаток влаги в почве в период максимального водопотребления, особенно в сочетании с воздушной засухой, снижает активность фотосинтеза, приводит к увяданию растений, преждевременному подсыханию 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 % [5, 6]. 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 [7].

В процессе вегетации накопление питательных веществ растениями кукурузы происходит неодинаково. Поглощение азота продолжается почти до созревания, а максимальное потребление приходится на период за две-три недели до выбрасывания метелок [8]. Основным источником обеспечения растений азотом у современных гибридов типа «stay-green» в период налива зерна является почва, в то время как у гибридов более старого поколения это происходило за счет реутилизации (повторного использования) органических азотных соединений из ранее накопленных ресурсов и только частично из почвы. Такая особенность гибридов «stay-green» требует применения азотных удобрений с замедленным

application of carbamide ( $N_{30}$  in pre-sowing cultivation +  $N_{60-90}$  scattered in 7–8 leaves) contributes to the formation of a higher harvest of dry matter by 2,7–5,1 %, grain by 4,8–6,9 % compared with a single introduction of the entire dose in pre-sowing cultivation.

действием (мочевины, сульфата аммония) или дробное внесение азота [9].

## Методика проведения исследований

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2017–2019 гг. и 2022 г. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве с содержанием в пахотном слое 2,24–2,70 % гумуса,  $P_2O_5$  – 180–200 мг/кг,  $K_2O$  – 257–286 мг/кг почвы, pH – 6,05–6,14.

Предшественник – кукуруза, в 2022 г. – ячмень. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. Навоз КРС (50 т/га), калийные ( $K_{120}$ ) в виде хлористого калия и фосфорные ( $P_{60}$ ) удобрения в виде аммонизированного суперфосфата вносили перед зяблевой вспашкой. Сев гибрида Колизей (ФАО 200) осуществляли 25 апреля 2017 г., 4 мая 2018 г., 23 апреля 2019 г.; всходы отмечены 22 мая в 2017 г. и 12 мая в 2018 и 2019 г. В 2022 г. 4 мая высевали отечественный гибрид Дарьян (ФАО 210), всходы отмечены 22 мая. Норма посева – 110 тыс. шт./га всхожих семян. Способ сева – широкорядный, ширина междурядий – 70 см. В фазе 2–3 листьев кукурузы применяли гербицид Люмакс, СЭ – 3,5 л/га. Площадь опытных деленок – 25 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная.

За годы проведения исследований погодные условия отличались разнообразием (таблица 1).

В третьей декаде апреля – первой декаде мая 2017 г. осадков выпало на 22,2 и 18,0 мм больше нормы, а средняя температура воздуха составила 5,3 и 8,7 °С соответственно, что на 3,1 и 2,7 °С ниже средних многолетних значений. Холоднее нормы оказались и первые два летних месяца (на 0,5 и 0,9 °С). В августе и сентябре среднесуточная температура воздуха на 1,8 и 2,0 °С превысила норму. Достаточное выпадение осадков в июле и августе, когда отмечается максимальная потребность растений кукурузы в воде, способствовало формированию хорошего урожая зеленой массы этой культуры. Однако по развитию растения сильно отстали от многолетних значений, на что существенное влияние оказал температурный фактор.

Температурные условия в 2018 г. оказались благоприятными для роста и развития кукурузы на протяжении всего вегетационного периода. Теплая погода способ-

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

Месяц	Температура воздуха, °С				Осадки, мм			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.
Апрель	5,5	9,9	8,7	5,3	59,5	18,9	0,4	101,9
Май	12,3	16,8	14,3	11,1	44,9	9,8	72,7	93,6
Июнь	15,8	17,1	20,8	19,0	46,8	42,0	49,5	67,3
Июль	17,0	19,3	17,0	18,1	114,2	125,4	105,5	92,8
Август	18,3	19,3	17,2	21,0	78,0	69,8	116,7	20,2
Сентябрь	13,6	14,8	12,3	10,3	84,5	50,4	39,7	78,6

ствовала быстрому и дружному прорастанию семян. Во втором и третьем летних месяцах наблюдалось достаточное выпадение осадков, поэтому критический период также проходил в благоприятных условиях.

В среднем с апреля по май 2019 г. температура воздуха оказалась на 1,5 °С выше нормы. Осадков в апреле выпало лишь 0,4 мм, за первую декаду мая – 56,1 мм, в последующие две декады – 16,6 мм. В июне наблюдалась высокая температура воздуха (на 4,5 °С выше нормы) и небольшое количество осадков (50 мм). Июль оказался прохладным (на 1,3 °С ниже нормы) и достаточно влажным (105,5 мм осадков). Больше нормы выпало осадков и в августе при умеренных температурах. В целом погодные условия складывались не совсем благоприятно для формирования высокого урожая.

В апреле и мае 2022 г. зафиксирована холодная погода (на 2,1 °С ниже многолетнего значения). Осадков в апреле выпало 102 мм или 2,5 нормы, в мае – 94 мм или 1,5 нормы. Теплая погода в июне (19,0 °С) с умеренным количеством осадков (81 % от нормы) обеспечили хороший рост растений кукурузы. В июле температурный и водный режимы находились в пределах многолетних значений, что также благоприятно сказалось на росте и развитии растений. Однако жаркая погода и отсутствие осадков, начиная со второй декады августа, привели к отмиранию листьев. Кроме того, 6, 7 и 9 сентября отмечались ночные заморозки, также приведшие к частичному усыханию уже верхних листьев. По этой причине в листостебельной массе содержание сухого вещества

значительно повысилось, в то время как в початках оно оказалось самым низким из-за холодного (–2,1 °С к норме) и дождливого (+35 %) сентября.

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в 2017 г. составила 843 °С, в 2018 г. – 1145 °С, в 2019 г. – 981 °С, в 2022 г. – 915 °С при норме 896 °С. С мая по сентябрь в 2017 г. выпало 368 мм, в 2018 г. – 297 мм, в 2019 г. – 384 мм, в 2022 г. – 352 мм при норме 370 мм.

### Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия существенно повлияли на рост растений кукурузы (таблица 2). Самые низкие значения высоты (261–263 см в среднем по всем вариантам опыта) отмечены в 2017 и 2019 г. Первое можно объяснить недостатком тепла, второе – влаги в почве. Так, в 2017 г. СЭТ в первые два летних месяца составила 392 °С, тогда как во все другие годы исследований – 502–521 °С. По количеству осадков за этот период различия по годам небольшие: от 155 мм в 2019 г. до 167 мм в 2018 г. Несмотря на это, в 2019 г. с конца июня по первую декаду августа влажность почвы в пахотном слое находилась в пределах 5–8 % и только в течение одной декады она повысилась до 9–10 % (рисунок 1).

Это свидетельствует о критическом содержании влаги в почве, несмотря на достаточное выпадение осадков, зафиксированных Борисовской метеостанцией, поэтому определение влажности почвы в критический период роста и развития растений дает более точную картину



Рисунок 1 – Динамика влажности почвы в критический период роста кукурузы, %

Таблица 2 – Высота растений кукурузы в зависимости от доз и сроков внесения азотных удобрений

Вариант	Высота растений, см				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.	среднее
N <sub>0</sub>	235	279	243	318	269
N <sub>90</sub> в предпосевную культивацию (ПК)	266	289	257	310	281
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>60</sub> вразброс в 7–8 листьях	263	287	268	314	283
N <sub>120</sub> в ПК	270	295	274	319	290
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>90</sub> вразброс в 7–8 листьях	269	294	272	318	288
HCP <sub>05</sub>	18	9	13	11	13

об их обеспеченности влагой, чем количество выпавших осадков.

Высота растений во многом определяет урожайность листостебельной массы кукурузы. Наибольшей она оказалась в 2022 г. – в среднем 390 ц/га, что на 19 % больше, чем в 2017 г., и на 46–52 %, чем в 2019 и 2018 г. (таблица 3). С одной стороны, это связано с генетическими особенностями гибрида, а с другой, с благоприятными температурными и водными режимами в июне и июле. Что касается азотных удобрений, то в 2017 и 2019 г. дозы и сроки их внесения не играли существенной роли в формировании урожая листостебельной массы, а в 2018 и 2022 г. (годы с максимальной высотой растений) 90 кг/га азота, внесенного в предпосевную культивацию, оказалось недостаточным для хорошего прироста листостебельной массы. Несмотря на это, в среднем за 4 года исследований дозы 90 и 120 кг/га показали приблизительно одинаковые результаты. Аналогичная картина наблюдалась и по урожайности початков, но имелись различия по годам исследований. Не выявлено разницы по дозам и срокам внесения карбамида в 2017 и 2022 г. – годы с наибольшим сбором листостебельной массы. Следует также отметить, что из четырех лет исследований только в 2022 г. отмечались заметные ожоги листьев, что можно объяснить еще влажными листьями при внесении карбамида после ночного дождя (рисунок 2).

В 2018 и 2019 г. при внесении 90 кг/га азота в предпосевную культивацию была получена заметно меньшая урожайность початков, впрочем, как и листостебельной массы, что в итоге отразилось на среднем за 4 года значении. Наиболее урожайными по початкам оказались 2018 и 2017 г. (189–190 ц/га в среднем по всем вариантам опыта), наименее – 2022 и 2019 г. (164–169 ц/га). Однако варьирование данного показателя по годам значительно меньше ( $v = 7,6 \%$ ), чем по листостебельной массе ( $v = 19,7 \%$ ). Такое же невысокое варьирование отмечено по общему сбору зеленой массы ( $v = 9,5 \%$ ). Отмечается лишь слабая тенденция увеличения урожайности зеленой массы при дробном применении азота, т. е. аналогично как по початкам и листостебельной массе. Вариант с внесением 90 кг/га азота в предпосевную культивацию только в 2019 г. уступал другим вариантам с применением удобрений. Наибольший сбор зеленой массы отмечен в 2017 и 2022 г. (474–481 ц/га против 402–408 ц/га в 2019 и 2018 г.). Самый высокий сбор сухого вещества был получен в 2022 г. (в среднем 184,6 ц/га) и 2018 г. с урожайностью 179,7 ц/га, а 2017 г. показал самую низкую продуктивность – 168,5 ц/га (таблица 4).

Коэффициент корреляции между урожайностью зеленой массы и сухого вещества составил 0,22, что свидетельствует о том, что оценивать продуктивность кукурузы лучше по сухому веществу, а не по зеленой

**Таблица 3 – Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от дозы, срока и способа внесения азотного удобрения**

Вариант	Урожайность, ц/га				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.	среднее
<i>Листостебельная масса</i>					
N <sub>0</sub>	262	219	232	370	271
N <sub>90</sub> в предпосевную культивацию (ПК)	<b>351</b>	252	<b>259</b>	377	<b>310</b>
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>60</sub> вразброс в 7–8 листьев	336	266	276	392	318
N <sub>120</sub> в ПК	346	277	286	397	327
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>90</sub> вразброс в 7–8 листьев	344	270	285	412	328
HCP <sub>05</sub>	30	23	27	33	28
<i>Початки без оберток</i>					
N <sub>0</sub>	156	164	137	152	152
N <sub>90</sub> в предпосевную культивацию (ПК)	<b>204</b>	187	157	<b>164</b>	178
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>60</sub> вразброс в 7–8 листьев	194	207	178	176	189
N <sub>120</sub> в ПК	194	194	179	166	183
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>90</sub> вразброс в 7–8 листьев	201	194	196	161	188
HCP <sub>05</sub>	17	16	20	15	17
<i>Всего</i>					
N <sub>0</sub>	418	383	369	522	423
N <sub>90</sub> в предпосевную культивацию (ПК)	<b>555</b>	<b>439</b>	416	<b>541</b>	<b>488</b>
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>60</sub> вразброс в 7–8 листьев	530	473	454	568	506
N <sub>120</sub> в ПК	540	471	465	563	510
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>90</sub> вразброс в 7–8 листьев	545	464	481	573	516
HCP <sub>05</sub>	47	39	44	48	45

массе. Надо также заметить, что варьирование урожайности сухого вещества по годам самое низкое (4,4 %) среди всех других показателей продуктивности, что характеризует данную культуру как относительно стабильную по годам. Здесь более заметно преимущество дробного внесения азота. Например, при дозе азота 90 кг/га данный прием повышал урожайность сухого вещества на 5,4 %. Внесение такой дозы в предпосевную культивацию в течение двух лет (2018 и 2019 г.) из четырех показывает существенный недобор урожая. Если при выращивании кукурузы на силос можно получать стабильный по годам сбор сухого вещества кукурузы, то при выращивании на зерно варьирование урожайности составляет 19,2 % – от 70,4 ц/га в 2022 г. до 113,8 ц/га в 2018 г. Высокая урожайность зерна вполне объяснима благоприятными погодными условиями, а вот 2022 г. требует подробного анализа, поскольку при самом высоком сборе сухого вещества получена самая низкая урожайность зерна. До первой декады августа водный и температурный режимы складывались вполне благоприятно для формирования урожая. Поэтому отмечена самая большая высота растений, максимальный сбор зеленой массы и в конечном итоге сухого вещества, накоплен-

ного преимущественно в листостебельной массе. Из-за августовской засухи и холодного с ночными морозами, дождливого сентября замедлился отток питательных веществ из листостебельной массы в початок. Основная



**Рисунок 2 – Дозы и сроки внесения карбамида в посевах кукурузы**

**Таблица 4 – Урожайность сухого вещества и зерна кукурузы, его влажность в зависимости от дозы, срока и способа внесения азотного удобрения**

Вариант	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.	Среднее
<i>Сухое вещество, ц/га</i>					
N <sub>0</sub>	135,2	155,5	141,3	173,8	151,5
N <sub>90</sub> в предпосевную культивацию (ПК)	<b>180,4</b>	176,5	160,6	<b>183,1</b>	<b>175,2</b>
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>60</sub> вразброс в 7–8 листьев	175,8	192,2	178,4	192,0	184,6
N <sub>120</sub> в ПК	172,7	187,0	179,1	184,9	180,9
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>90</sub> вразброс в 7–8 листьев	178,2	187,1	189,4	189,3	186,0
HCP <sub>05</sub>	15,4	15,6	16,9	15,5	15,9
<i>Зерно стандартной влажности, ц/га</i>					
N <sub>0</sub>	75,2	97,8	77,5	66,1	79,2
N <sub>90</sub> в предпосевную культивацию (ПК)	<b>98,3</b>	112,4	89,5	<b>71,0</b>	92,8
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>60</sub> вразброс в 7–8 листьев	93,9	124,4	104,2	74,2	99,2
N <sub>120</sub> в ПК	<b>93,2</b>	<b>116,7</b>	100,6	<b>69,9</b>	<b>95,1</b>
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>90</sub> вразброс в 7–8 листьев	97,6	117,9	112,3	71,0	99,7
HCP <sub>05</sub>	8,4	9,8	9,7	6,0	8,6
<i>Уборочная влажность зерна, %</i>					
N <sub>0</sub>	42,5	34,4	35,9	45,9	39,7
N <sub>90</sub> в предпосевную культивацию (ПК)	42,0	34,5	35,8	45,8	39,5
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>60</sub> вразброс в 7–8 листьев	41,1	34,5	35,3	46,5	39,4
N <sub>120</sub> в ПК	42,4	34,7	36,0	46,6	39,9
N <sub>30</sub> в ПК + N <sub>90</sub> вразброс в 7–8 листьев	41,8	34,2	36,0	45,5	39,4

масса листьев (нижних – из-за засухи, верхних – из-за морозов) была сухой, что существенно ослабило интенсивность фотосинтеза. Растения, можно сказать, находились в анабиозном состоянии, о чем свидетельствует накопление сухого вещества в початках. Поэтому при сумме эффективных температур 915 °С влажность зерна составила в среднем 46,1 %, в то время как в 2019 г. эти показатели равнялись 981 °С и 35,8 %. Даже в 2017 г. влажность зерна оказалась значительно ниже (42,0 %), чем в 2022 г., несмотря на существенный дефицит тепла (СЭТ = 843 °С). В то же время содержание сухого вещества в растениях находится в строгом соответствии с СЭТ. Так, в 2017 г. они накопили к уборке 35,5 % СВ, в 2022 г. – 38,4 %, в 2019 г. – 42,2 %, в 2018 г. – 44,0 %. Коэффициент корреляции между этими показателями составил 0,94, в то время как между СЭТ и влажностью зерна он равен –0,76.

Дробное внесение азота при выращивании кукурузы на зерно имеет большее значение, чем при выращивании на силос, обеспечивая прибавку урожая 6,9 % при 90 кг/га и 4,8 % при 120 кг/га. Как и по сбору сухого вещества в 2018 и 2019 г. разовое внесение 90 кг/га азота оказалось недостаточным для формирования высокого урожая зерна.

### Заключение

1. Водно-тепловой режим июня и июля оказывает существенное влияние на прирост растений в высоту

и формирование урожая листостебельной массы кукурузы. Общий сбор сухого вещества и зерна кукурузы зависит от совокупно складывающихся условий тепло- и влагообеспеченности за весь период вегетации культуры и особенно критических.

2. Сумма эффективных температур находится в более тесной корреляционной связи с содержанием сухого вещества в растениях ( $r = 0,94$ ), чем с уборочной влажностью зерна ( $r = -0,76$ ).

3. Слабая корреляционная связь между урожайностью зеленой массы и сухого вещества ( $r = 0,22$ ) свидетельствует о том, что оценивать продуктивность кукурузы следует по урожайности сухого вещества, а не зеленой массы.

4. Самое низкое варьирование по годам исследований установлено по показателю урожайности сухого вещества кукурузы – 4,4 %, по початкам и зеленой массе оно составляет 7,6 и 9,5 %, уборочной влажности зерна – 13,7 %, а по урожайности зерна и листостебельной массы – 19,2 и 19,7 % соответственно.

5. Внесение карбамида в дозе 90–120 кг/га азота на фоне 50 т/га навоза на связноsupесчаной почве обеспечивает существенную прибавку урожая относительно контрольного варианта без азота (15,6–22,8 % по СВ и 17,2–25,9 % по зерну), но имеет несущественные различия в пределах указанных норм применения.

6. Дробное внесение карбамида (N<sub>30</sub> в предпосевную культивацию + N<sub>60–90</sub> вразброс в фазе 7–8 листьев) способствует формированию на 2,7–5,1 % более высокого

сбора СВ и на 4,8–6,9 % – зерна по сравнению с разовым внесением всей дозы в предпосевную культивацию.

### Литература

1. Чирков, Ю. И. Агрометеорология / Ю. И. Чирков. – Л.: Гидрометеоздат, 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. Шульц, П. Кукуруза: требования к температуре и влаге / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 7. – С. 18–21.
4. 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.
5. 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.
6. Клименко, П. Д. Индустриальная технология возделывания кукурузы на зерно / П. Д. Клименко, Л. З. Сикан // Киев: Вища школа, 1986. – 39 с.
7. Шульц, П. Снизить последствия засухи на кукурузу поможет агротехника / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 32–38.
8. Волошин, Е. И. Применение удобрений при возделывании кукурузы в Средней Сибири: метод. указания [Электронный ресурс] / Е. И. Волошин, А. Т. Аветисян; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 31 с.
9. Шульц, П. Кукуруза: тип гибрида и азотные удобрения / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2019. – № 13. – С. 44–46.

УДК 633.358:631.816(476.4)

## Влияние азотных удобрений и норм высева семян на продуктивность посевов гороха

И. В. Ковалева, Т. М. Шлома, И. М. Коваль, кандидаты с.-х. наук,  
Н. П. Лукашевич, доктор с.-х. наук

Витебская государственная ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины

(Дата поступления статьи в редакцию 10.01.2023)

В статье изложены данные о влиянии нормы высева семян и дозы внесения минерального азота на продуктивность посевов гороха на зернофуражные цели. В почвенно-климатических условиях северного региона Беларуси на фоне внесения N 65 кг/га с нормой высева 1,9 млн всхожих семян на один гектар получены максимальные показатели по урожайности семян гороха и сбору сырого белка, которые составили 47,5 ц/га и 8,9 ц/га соответственно. Обработка семян гороха перед севом препаратом Ризоверм способствовала увеличению продуктивности посева при норме высева 1,9 млн шт./га всхожих семян на 5 ц/га, а при норме высева 2,2 млн шт./га – на 6,7 ц/га.

The article presents data on the effect of seeding rates and the dose of mineral nitrogen on the productivity of pea crops for grain fodder purposes. In the soil and climatic conditions of the northern region of Belarus, against the background of the application of N 65 kg/ha a. i. and a seeding rate of 1,9 million germinating seeds per hectare, the maximum indicators for the yield of pea seeds and the collection of crude protein were obtained, which amounted to 47,5 centners per hectare and 8,9 centners per hectare, respectively. Treatment of pea seeds before sowing with Rizoverm contributed to an increase in sowing productivity at a seeding rate of 1,9 million/ha of germinating seeds by 5 c/ha, and at a seeding rate of 2,2 million/ha – by 6,7 c/ha.

### Введение

Зернобобовые культуры играют большую роль в кормопроизводстве Республики Беларусь, так как они являются основным источником дешевого и хорошо сбалансированного по аминокислотному составу белка. Увеличение объемов производства животноводческой продукции требует расширения посевных площадей под бобовыми культурами и особенно повышения их урожайности, так как в производственных посевах эффективность возделывания зернобобовых культур остается низкой.

В биоклиматических ресурсах Беларуси горох обладает высоким генетическим потенциалом продуктивности, превосходя по этому показателю другие зернобобовые культуры. Основными морфологическими достоинствами современных сортов гороха являются их короткостебельность за счет укороченных междоузлий, усатый тип листа, парность бобов на цветковой кисти. Эти признаки значительно увеличили технологичность культуры и позволили увеличить продуктивность посева [1, 2, 3].

Горох относится к культурам длинного дня, он мало-требователен к теплу, поэтому высевают его в ранние весенние сроки. Следует отметить, что в северном регионе нашей страны температурный режим в апреле и мае ниже по сравнению с южными областями, вследствие чего эффективность формирования симбиотического аппарата у культур из семейства бобовых в этот период времени снижена.

Внесение минеральных азотных удобрений является одним из факторов, оказывающих влияние на стабилизацию ростовых и генеративных процессов посевов гороха. Однако в научной литературе существуют противоречивые сведения о роли азота в формировании семенной продуктивности. Некоторые авторы рекомендуют проводить подкормку азотом в условиях низкой эффективности процесса азотфиксации, в частности при переувлажнении почвы или дефиците влаги [4, 5, 6, 7]. Так как противоречивость имеющихся данных по эффективности внесения различных доз минерального азота при возделывании гороха на зернофуражные цели в большей мере объясняются специфичностью