

## Влияние азотных удобрений на продуктивность и эффективность выращивания кукурузы на силос в повторных посевах и в севообороте

**В. Н. Костеневич**, соискатель, **Н. Ф. Надточаев**, кандидат с.-х. наук,  
**Г. Н. Куркина**, кандидат с.-х. наук, **А. З. Богданов**, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 29.01.2025)

В трехлетних исследованиях (2022–2024 гг.) на дерново-подзолистой связносупесчаной почве центральной части Беларуси изучено влияние азотных удобрений на сбор протеина и энергии, а также экономические показатели (чистый доход и себестоимость) выращивания кукурузы на силос повторно или после зерновых. Это позволило выявить наиболее продуктивные, экономически выгодные варианты и сделать заключение в целях эффективного применения азотных удобрений и получения стабильно высоких урожаев кукурузы.

Due to three-year research (2022–2024) conducted on sod-podzolic cohesive sandy loam soil in the central part of Belarus the effect of nitrogen fertilizers on protein and energy yield as well as economic indicators (net income and cost) of repeated growing maize for silage or after cereals was studied. That made it possible to identify the most productive, cost-effective options and draw conclusions for the efficient use of nitrogen fertilizers and obtaining consistently high yields of maize.

### Введение

С агротехнической точки зрения севооборот важен для восстановления плодородия почвы, повышения содержания в ней органических веществ, улучшения физических, химических и биологических особенностей почвы. Он позволяет получать более высокие урожаи выращиваемых культур при меньшем использовании средств защиты растений и удобрений. В то же время кукуруза не очень требовательна к размещению в севообороте [1–4]. У этой культуры нет специфических требований к предшественнику, она не является хозяином для болезней (за исключением фузариоза) и вредителей других видов культурных растений [5]. По этим причинам ряд исследователей не выявили разницы в урожайности при выращивании кукурузы в монокультуре и в севообороте [6–8]. В то же время, важнейшей основой устойчивого функционирования агропромышленного комплекса в условиях интенсивного ведения сельскохозяйственного производства является сохранение и повышение плодородия почв. Пропашные культуры, как правило, относятся к типу интенсивных культур с высоким выносом питательных веществ, поэтому наряду с оптимизацией структуры посевных площадей, обработкой почвы, запашкой соломы для гумусонакопления необходимо совместное применение органических и минеральных удобрений [9]. Для реализации высокого потенциала продуктивности кукурузы и эффективной окупаемости вкладываемых в нее средств необходимо дальнейшее совершенствование системы удобрения этой культуры, обеспечивающее снижение материально-денежных затрат [10, 11]. Оптимизация применения удобрений, в первую очередь, направлена на контроль продуктивного действия азота [12–15].

### Методика и условия проведения исследований

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2022–2024 гг. на дерново-палево-подзолистой супесчаной на связ-

ных пылеватых (лессовидных) супесях почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м с прослойками песка на контакте, с содержанием в пахотном слое 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг  $P_2O_5$ , 257–286 мг/кг  $K_2O$ , pH – 6,05–6,14. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. Калийные ( $K_{120}$ ) в виде хлористого калия и фосфорные удобрения ( $P_{45}$ ) в виде аммонизированного суперфосфата вносили перед зяблевой вспашкой.

В опыте 1 изучали эффективность различных видов ( $KAC - N_{KAC}$ , карбамид –  $N_K$ ), доз (60–120 кг/га д.в.), сроков (до сева, в 5–6 и 7–8 листьев) и способов (с заделкой в почву, опрыскиванием растений 8 %-ным раствором, вразброс) применения азотных удобрений при повторном возделывании кукурузы с использованием последствий навоза. Посев протравленных препаратами Максим XL, 1 л/т + Табу, 5 л/т семян гибрида Дарьян осуществляли 4 мая 2022 г., 20 апреля 2023 г. и 12 апреля 2024 г., всходы появились соответственно 22, 12 и 7 мая. Фаза 5–6 листьев, когда проводили подкормки, отмечалась 14 июня 2022 г., 30 мая 2023 г. и 29 мая 2024 г., 7–8 листьев – 22, 19 и 10 июня соответственно. Учет урожая осуществляли 21.09.2022, 15.09.2023, 12.09.2024.

В опыте 2 дозы и сроки внесения карбамида при возделывании кукурузы после ячменя изучали на двух фонах: без органических удобрений и с применением подстильного навоза крупного рогатого скота (50 т/га), который вносили перед зяблевой вспашкой. Схема опыта включала 9 вариантов: контроль без удобрений, 4 варианта с разовым внесением 60, 90, 120 и 150 кг/га д.в. азота до сева и 4 варианта с дробным применением азота: по 30 кг/га до сева + 30, 60, 90 или 120 кг/га в фазу 7–8 листьев кукурузы вразброс. Посев этого же гибрида осуществляли 4 мая 2022 г., 21 апреля 2023 г. и 11 апреля 2024 г., всходы появились соответственно 22, 12 и 6 мая. Подкормку проводили в те же сроки, что и в опыте

№ 1. Учет урожая осуществляли 20.09.2022, 14.09.2023, 12.09.2024.

Площадь опытных делянок 33,6 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Норма высева семян в опытах составляла 100 тыс. шт/га. Способ сева широкорядный, ширина междурядий 70 см. В фазу 2–3 листьев кукурузы применялась баковая смесь: Люмакс, СЭ (3,5 л/га) + Дублон, СК (0,2 л/га).

Расчет экономической эффективности производства силосной массы кукурузы проведен в ценах 2024 г. Стоимость карбамида оценена в 1,067 руб./кг, КАС 32 – 0,664 руб./кг, хлористого калия – 0,12 руб./кг, аммонизированного суперфосфата – 1,58 руб./кг, навоза – 10,0 руб./т с использованием 60 % в первый год и 40 % в последствии, семян – 3,3 руб./кг, дизтоплива – 2,4 руб./л, природного газа – 0,725 руб./м<sup>3</sup>, гербицида Люмакс – 51,55 руб./л, Дублон – 37,0 руб./л. Оплата труда с начислениями составляла 10 руб./ч. Затраты ГСМ и труда рассчитаны на основании технологической карты по нормативам, приведенным в регламенте «Технология и техническое обеспечение возделывания и заготовки кормов из кукурузы» [16]. Стоимость силосной массы кукурузы рассчитывалась по энергопротеиновым единицам согласно методике оценки экономической эффективности кормовых ре-

сурсов с учетом их целевого использования в молочном скотоводстве [17].

Погодные условия в годы проведения исследований были различными. Отличительными их особенностями явились: 1) пониженные температуры воздуха после раннего сева в 2024 г., повлекшие продолжительный дождливый период; 2) ежегодный дефицит осадков в августе, а в 2023 г. и в первой половине вегетации; 3) большое количество тепла в 2024 г., впервые отмечаемое за всю историю метеонаблюдений. 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 г. выпало 352 мм осадков, в 2023 г. их было лишь 180 мм, в 2024 г. – 281 мм при норме 370 мм.

### Результаты исследований и их обсуждение

Трехлетние исследования показали, что при повторном размещении кукурузы с использованием последствий органических удобрений урожайность сухого вещества составляла 135,8–177,6 ц/га, сбор сырого протеина равнялся 8,34–12,80 ц/га, кормовых единиц – 143,4–187,8 ц/га (таблица 1).

**Таблица 1 – Действие азотных удобрений на продуктивность кукурузы и эффективность ее выращивания при повторном посеве**

| Схема применения удобрений, кг/га* |    |    |    |    | Урожайность, ц/га |                 |                 | Экономические показатели |                |                |               |
|------------------------------------|----|----|----|----|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|----------------|----------------|---------------|
| А                                  | Б  | В  | Г  | Д  | сухого вещества   | сырого протеина | кормовых единиц | 1**                      | 2              | 3              | 4             |
| 0                                  |    |    |    |    | 135,8             | 8,34            | 143,4           | 1673,66                  | 2669,28        | 995,62         | 145,68        |
| 60                                 |    |    |    |    | 154,8             | 10,15           | 164,3           | 1875,70                  | 3070,61        | 1194,91        | 142,70        |
| 30                                 |    | 30 |    |    | 151,8             | 10,04           | 160,5           | 1871,15                  | 3020,21        | 1149,06        | 145,73        |
| 30                                 |    |    | 30 |    | 154,3             | 10,19           | 164,1           | 1906,62                  | 3067,18        | 1160,56        | 145,23        |
| 30                                 |    |    |    | 30 | 165,2             | 11,17           | 175,0           | 1916,83                  | 3299,70        | 1382,87        | <b>136,92</b> |
| 90                                 |    |    |    |    | 165,2             | 11,29           | 173,7           | 1992,55                  | 3276,91        | 1284,36        | 143,39        |
| 30                                 | 30 | 30 |    |    | 166,8             | 11,33           | 177,1           | 2002,58                  | 3334,67        | 1332,09        | 141,35        |
| 30                                 |    |    | 60 |    | 167,9             | 11,37           | 175,0           | 2022,73                  | 3304,27        | 1281,54        | 144,48        |
| 30                                 |    |    |    | 60 | <b>172,6</b>      | 11,80           | 182,1           | 2027,61                  | <b>3449,58</b> | <b>1421,97</b> | <b>139,18</b> |
| 60                                 |    | 30 |    |    | 167,8             | 11,41           | 175,4           | 1992,71                  | 3326,47        | 1333,76        | 142,01        |
| 60                                 |    |    |    | 30 | <b>173,0</b>      | 11,93           | 179,1           | 2014,91                  | <b>3412,94</b> | 1398,03        | 140,63        |
| 120                                |    |    |    |    | <b>174,0</b>      | 12,05           | 183,1           | 2087,40                  | <b>3456,68</b> | 1369,28        | 142,50        |
| 60                                 | 30 | 30 |    |    | <b>175,3</b>      | 12,03           | 184,9           | 2091,85                  | <b>3503,55</b> | <b>1411,70</b> | 141,42        |
| 60                                 |    |    | 60 |    | <b>176,4</b>      | 12,34           | 187,3           | 2122,74                  | <b>3541,41</b> | <b>1418,67</b> | 141,67        |
| 60                                 |    |    |    | 60 | <b>177,6</b>      | 12,80           | 187,8           | 2116,85                  | <b>3587,88</b> | <b>1471,03</b> | 140,90        |

\* А – КАС до сева, Б – опрыскивание 8%-м раствором КАС в 5–6 листьев, В – опрыскивание 8%-м раствором КАС в 7–8 листьев, Г – внесение КАС в междурядье в 7–8 листьев, Д – карбамид вразброс в 7–8 листьев. То же в таблице 2.

\*\* 1 – затраты, руб./га, 2 – стоимость продукции (реализация в производстве 80 %), руб./га, 3 – чистый доход, руб./га, 4 – себестоимость 1 т к.ед., руб. То же в таблице 3.

Ежегодно достоверно высокую продуктивность кукурузы обеспечивали шесть вариантов использования азота. Это два варианта с дробным внесением 90 кг/га азота, их которых 30 или 60 кг/га д.в. в виде КАС применяли до сева и оставшуюся часть в виде карбамида в фазу 7–8 листьев вразброс, и четыре варианта с внесением N<sub>120 КАС</sub> до сева в один прием или дробно: N<sub>60 КАС</sub> до сева + по N<sub>30 КАС</sub> путем опрыскивания 8%-м раствором КАС в фазу 5–6 и 7–8 листьев; N<sub>60 КАС</sub> до сева + N<sub>60 КАС</sub> с заделкой в междурядья; N<sub>60 КАС</sub> до сева + N<sub>60 Карбамид</sub> вразброс в фазу 7–8 листьев. В этих вариантах прибавка к контролю по сухому веществу и кормовым единицам составила

27–31 %, по сырому протеину – 41–53 %. Из шести лучших вариантов один из самых финансово затратных – с применением до сева 60 кг/га д.в. азота в виде КАС и 60 кг/га в подкормку в виде карбамида, где удобрения в структуре затрат занимают самую большую долю – 33,5 % (таблица 2). Например, также в лучшем варианте, но с применением вдвое меньшей дозы азота в подкормку, затраты на удобрения составляют 31,7 %.

Следует отметить, что это самая весомая статья затрат на выращивание и силосование кукурузы, составившая в среднем по шести лучшим вариантам 32,7 %. На амортизацию и текущий ремонт пришлось 21,0 %, на

ГСМ – 18,8 %, прочие расходы – 9,1 %, пестициды – 9,0 %, оплату труда – 4,8 % и семена – 4,6 %. В денежном выражении они составили 2014,91–2122,74 руб./га. Стоимость продукции, рассчитанная в соответствии методикой оценки экономической эффективности кормовых ресурсов с учетом их целевого использования в молочном скотоводстве и реализацией сбора сухого вещества в производстве 80 %, в этих вариантах составила 3412,94–3587,88 руб./га (таблица 1). В итоге, уже только 4 варианта обеспечили наибольший чистый доход –  $N_{30 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ К}}$  взброс в фазу 7–8 листьев (1421,97 руб/га);  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева + по  $N_{30 \text{ КАС}}$

путем опрыскивания 8%-м раствором КАС в фазу 5–6 и 7–8 листьев (1411,70 руб./га);  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ КАС}}$  с заделкой в междурядья (1418,67 руб./га);  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ К}}$  взброс в фазу 7–8 листьев (1471,03 руб./га). Высокие дозы азота (120 кг/га) приводили к росту себестоимости силосной массы, и самой низкой она оказалась при внесении  $N_{30 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{30-60 \text{ К}}$  взброс в фазу 7–8 листьев (136,92–139,18 руб./т к.ед.). Однако снижение суммарной дозы азота до 60 кг/га приводит к существенному недобору урожая и соответственно чистого дохода, поэтому данный вариант применения удобрений не актуален.

Таблица 2 – Структура затрат при повторном выращивании кукурузы на силос, руб./га

| Схема применения удобрений, кг/га* |    |    |    |    | Оплата труда | ГСМ    | Семена | Удобрения | Пестициды | Амортизация и текущий ремонт | Прочие расходы | Всего   |
|------------------------------------|----|----|----|----|--------------|--------|--------|-----------|-----------|------------------------------|----------------|---------|
| А                                  | Б  | В  | Г  | Д  |              |        |        |           |           |                              |                |         |
| 0                                  |    |    |    |    | 87,22        | 355,11 | 95,04  | 445,20    | 187,82    | 351,12                       | 152,15         | 1673,66 |
| 60                                 |    |    |    |    | 91,91        | 366,88 | 95,04  | 570,03    | 187,82    | 393,50                       | 170,52         | 1875,70 |
| 30                                 |    | 30 |    |    | 90,99        | 364,62 | 95,04  | 570,03    | 187,82    | 392,55                       | 170,10         | 1871,15 |
| 30                                 |    |    | 30 |    | 97,55        | 382,86 | 95,04  | 570,03    | 187,82    | 399,99                       | 173,33         | 1906,62 |
| 30                                 |    |    |    | 30 | 97,63        | 382,97 | 95,04  | 576,98    | 187,82    | 402,13                       | 174,26         | 1916,83 |
| 90                                 |    |    |    |    | 97,66        | 381,09 | 95,04  | 631,78    | 187,82    | 418,02                       | 181,14         | 1992,55 |
| 30                                 | 30 | 30 |    |    | 99,46        | 386,31 | 95,04  | 631,78    | 187,82    | 420,12                       | 182,05         | 2002,58 |
| 30                                 |    |    | 60 |    | 103,11       | 396,75 | 95,04  | 631,78    | 187,82    | 424,35                       | 183,88         | 2022,73 |
| 30                                 |    |    |    | 60 | 99,97        | 388,75 | 95,04  | 646,33    | 187,82    | 425,37                       | 184,33         | 2027,61 |
| 60                                 |    | 30 |    |    | 97,60        | 381,26 | 95,04  | 631,78    | 187,82    | 418,05                       | 181,16         | 1992,71 |
| 60                                 |    |    |    | 30 | 99,34        | 387,44 | 95,04  | 639,39    | 187,82    | 422,71                       | 183,17         | 2014,91 |
| 120                                |    |    |    |    | 98,73        | 383,93 | 95,04  | 694,20    | 187,82    | 437,92                       | 189,76         | 2087,40 |
| 60                                 | 30 | 30 |    |    | 99,46        | 386,31 | 95,04  | 694,20    | 187,82    | 438,85                       | 190,17         | 2091,85 |
| 60                                 |    |    | 60 |    | 105,34       | 402,03 | 95,04  | 694,20    | 187,82    | 445,33                       | 192,98         | 2122,74 |
| 60                                 |    |    |    | 60 | 99,97        | 388,75 | 95,04  | 708,74    | 187,82    | 444,09                       | 192,44         | 2116,85 |

При размещении кукурузы после ячменя, убранных на зерно с запашкой соломы, органические удобрения в виде подстилочного навоза КРС в дозе 50 т/га по сравнению с безнавозным фоном обеспечи-

ли средний прирост сухого вещества 14,1 %, сырого протеина 20,5 % и кормовых единиц 13,4 % при урожайности 182,7 ц/га, 12,3 ц/га и 196,8 ц/га соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Продуктивность кукурузы и эффективность ее выращивания при внесении азотных и органических удобрений в севообороте

| Доза азота, кг/га  | Урожайность, ц/га |                 |                 | Экономические показатели |                |                |               |
|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|----------------|----------------|---------------|
|                    | сухого вещества   | сырого протеина | кормовых единиц | 1*                       | 2              | 3              | 4             |
| Фон без навоза     |                   |                 |                 |                          |                |                |               |
| 0                  | 136,3             | 7,83            | 147,7           | 1216,16                  | 2684,02        | 1467,86        | 106,01        |
| 60                 | 156,0             | 9,52            | 169,8           | 1446,53                  | 3126,24        | 1679,71        | 110,05        |
| 30+30              | 157,4             | 9,85            | 170,0           | 1447,49                  | 3144,85        | 1697,36        | 112,73        |
| 90                 | 159,2             | 10,09           | 172,6           | 1557,31                  | 3187,50        | 1630,19        | 118,63        |
| 30+60              | 165,3             | 10,53           | 178,2           | 1566,28                  | 3312,61        | <b>1746,33</b> | 111,88        |
| 120                | 166,1             | 10,74           | 180,3           | 1668,82                  | 3339,61        | 1670,79        | 120,09        |
| 30+90              | 165,4             | 10,83           | 178,8           | 1669,77                  | 3336,45        | 1666,68        | 117,85        |
| 150                | 172,2             | 11,36           | 187,3           | 1785,31                  | <b>3477,75</b> | 1692,44        | 127,52        |
| 30+120             | 163,2             | 11,14           | 176,5           | 1768,14                  | 3315,57        | 1547,43        | 121,37        |
| <b>Среднее</b>     | <b>160,1</b>      | <b>10,21</b>    | <b>173,5</b>    | <b>1569,53</b>           | <b>3213,84</b> | <b>1644,31</b> | <b>116,24</b> |
| Фон 50 т/га навоза |                   |                 |                 |                          |                |                |               |
| 0                  | 159,6             | 9,72            | 171,7           | 1889,77                  | 3155,29        | 1265,52        | 134,68        |
| 60                 | 177,0             | 11,48           | 190,1           | 2114,41                  | 3532,21        | 1417,80        | 147,57        |
| 30+30              | 176,6             | 11,48           | 190,7           | 2117,82                  | 3556,02        | 1438,20        | 144,58        |
| 90                 | 185,9             | 12,35           | 201,4           | 2232,55                  | 3758,90        | 1526,35        | 150,93        |
| 30+60              | <b>193,5</b>      | 13,08           | 208,4           | 2244,78                  | <b>3897,48</b> | <b>1652,70</b> | 149,81        |
| 120                | 186,5             | 12,75           | 201,6           | 2343,24                  | 3794,53        | 1451,29        | 155,97        |
| 30+90              | 187,9             | 13,12           | 202,4           | 2340,10                  | 3812,87        | 1472,77        | 155,67        |
| 150                | <b>189,3</b>      | 13,21           | 203,9           | 2445,82                  | 3839,00        | 1393,18        | 161,50        |
| 30+120             | 187,5             | 13,50           | 200,7           | 2440,92                  | 3827,25        | 1386,33        | 162,81        |
| <b>Среднее</b>     | <b>182,7</b>      | <b>12,30</b>    | <b>196,8</b>    | <b>2241,05</b>           | <b>3685,95</b> | <b>1444,90</b> | <b>151,50</b> |

Трехлетние исследования показали, что только два варианта применения азотных удобрений на фоне органических удобрений ежегодно обеспечивали высокую урожайность сухого вещества с достоверной разницей по отношению к другим. Это 30 кг/га до сева + 60 кг/га в фазу 7–8 листьев кукурузы, или 150 кг/га в один прием до сева. Прибавка сухого вещества и кормовых единиц по отношению к контролю этого фона составила 19–21 %. По протеину она значительно выше – 35–36 %. На безнавозном фоне самая высокая урожайность отмечена только при высокой норме внесения азота 150 кг/га в один прием: 172,2 ц/га сухого вещества, 11,36 ц/га протеина и 187,3 ц/га кормовых единиц. Это меньше удобренного навозом фона на 17,1 ц/га по сухому веществу, 1,85 ц/га по протеину и на 16,6 ц/га по кормовым еди-

ницам. Относительно второго лучшего варианта с меньшей нормой внесения азота разница осталась такой же большой – 21,3 ц/га; 1,72 ц/га и 21,1 ц/га соответственно. В то же время органические удобрения существенно увеличивают затраты на производство силосной массы кукурузы. Даже при разнесении на первый год использования только 60 % затрат, включающих их стоимость и внесение, общая сумма в среднем по всем вариантам опыта составила 2441,05 руб./га, в то время как на фоне без органических удобрений – 1569,53 руб./га (таблица 4). Не только органические удобрения являются высокозатратной статьей, но и одни минеральные. Так, в среднем в структуре общих затрат на их стоимость приходится 34,0 и 29,4 % или 761,69 и 461,69 руб./га соответственно.

**Таблица 4 – Структура затрат на выращивание кукурузы на силос в зависимости от дозы и срока внесения карбамида на различных фонах применения органических удобрений, руб./га**

| Доза азота, кг/га           | Оплата труда  | ГСМ           | Семена       | Удобрения     | Пестициды     | Амортизация и текущий ремонт | Накладные и прочие расходы | Всего          |
|-----------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------|
| <b>Фон без навоза</b>       |               |               |              |               |               |                              |                            |                |
| 0                           | 69,64         | 252,76        | 95,04        | 245,20        | 187,82        | 255,14                       | 110,56                     | 1216,16        |
| 60                          | 75,85         | 268,48        | 95,04        | 384,37        | 187,82        | 303,47                       | 131,50                     | 1446,53        |
| 30+30                       | 76,11         | 268,89        | 95,04        | 384,37        | 187,82        | 303,67                       | 131,59                     | 1447,49        |
| 90                          | 78,04         | 274,17        | 95,04        | 453,96        | 187,82        | 326,71                       | 141,57                     | 1557,31        |
| 30+60                       | 79,91         | 278,57        | 95,04        | 453,96        | 187,82        | 328,59                       | 142,39                     | 1566,28        |
| 120                         | 80,41         | 280,20        | 95,04        | 523,54        | 187,82        | 350,10                       | 151,71                     | 1668,82        |
| 30+90                       | 80,67         | 280,60        | 95,04        | 523,54        | 187,82        | 350,30                       | 151,80                     | 1669,77        |
| 150                         | 83,81         | 288,67        | 95,04        | 593,13        | 187,82        | 374,54                       | 162,30                     | 1785,31        |
| 30+120                      | 80,33         | 280,14        | 95,04        | 593,13        | 187,82        | 370,94                       | 160,74                     | 1768,14        |
| <b>Среднее</b>              | <b>78,31</b>  | <b>274,72</b> | <b>95,04</b> | <b>461,69</b> | <b>187,82</b> | <b>329,27</b>                | <b>142,68</b>              | <b>1569,53</b> |
| <b>Фон – 50 т/га навоза</b> |               |               |              |               |               |                              |                            |                |
| 0                           | 100,83        | 392,63        | 95,04        | 545,20        | 187,82        | 396,45                       | 171,80                     | 1889,77        |
| 60                          | 105,88        | 405,50        | 95,04        | 684,37        | 187,82        | 443,58                       | 192,22                     | 2114,41        |
| 30+30                       | 106,63        | 407,13        | 95,04        | 684,37        | 187,82        | 444,30                       | 192,53                     | 2117,82        |
| 90                          | 109,56        | 414,84        | 95,04        | 753,96        | 187,82        | 468,37                       | 202,96                     | 2232,55        |
| 30+60                       | 112,09        | 420,87        | 95,04        | 753,96        | 187,82        | 470,93                       | 204,07                     | 2244,78        |
| 120                         | 111,76        | 420,47        | 95,04        | 823,54        | 187,82        | 491,59                       | 213,02                     | 2343,24        |
| 30+90                       | 111,19        | 418,84        | 95,04        | 823,54        | 187,82        | 490,93                       | 212,74                     | 2340,10        |
| 150                         | 112,34        | 422,03        | 95,04        | 893,13        | 187,82        | 513,11                       | 222,35                     | 2445,82        |
| 30+120                      | 111,76        | 419,19        | 95,04        | 893,13        | 187,82        | 512,08                       | 221,90                     | 2440,92        |
| <b>Среднее</b>              | <b>110,15</b> | <b>413,50</b> | <b>95,04</b> | <b>761,69</b> | <b>187,82</b> | <b>470,15</b>                | <b>203,73</b>              | <b>2241,05</b> |

Чистый доход, полученный по разнице между стоимостью продукции, оцененной по указанной выше методике, и затратами, свидетельствует о том, что наибольшая его величина наблюдается в варианте внесения 30 кг/га азота до сева и 60 кг/га в фазу 7–8 листьев без применения органических удобрений – 1746,33 руб./га (таблица 3). То есть, экономически самый выгодный вариант растениями кукурузы сформирован за счет почвенного плодородия, что вступает в противоречие с Законом земледелия о плодородии почв. Расчеты свидетельствуют, что баланс азота в этом варианте отрицательный (–78,6 кг/га). В то же время такое же внесение азота на фоне 50 т/га подстильного навоза обеспечивает не только ежегодно высокую урожайность кукурузы, чистый доход с 1 гектара, равный 1652,70 руб. с себестоимостью 1 т к.ед. 149,81 руб., но и положительный баланс азота (+104,1 кг/га). Более высокие дозы азота экономически не оправданы.

## Выводы

1. При повторном выращивании кукурузы на силос с использованием последствия органических удобрений стабильно высокий сбор сухого вещества (172,6–177,6 ц/га), протеина (11,80–12,80 ц/га), кормовых единиц (179,1–187,8 ц/га) обеспечивают следующие варианты внесения азота:  $N_{30 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ К}}$  вразброс в фазу 7–8 листьев;  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{30 \text{ К}}$  вразброс в фазу 7–8 листьев;  $N_{120 \text{ КАС}}$  до сева;  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева + по  $N_{30 \text{ КАС}}$  путем опрыскивания 8%-м раствором КАС в фазу 5–6 и 7–8 листьев;  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ КАС}}$  с заделкой в междурядья;  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ К}}$  вразброс в фазу 7–8 листьев.

2. При размещении кукурузы после ячменя, убранных на зерно с запашкой соломы, органические удобрения в виде подстильного навоза КРС в дозе 50 т/га способствуют существенному приросту сухого вещества (14,1 %), протеина (20,5 %), кормовых еди-

ниц (13,4 %). На этом фоне внесение в виде карбамида 30 кг/га д.в. до сева + 60 кг/га в фазу 7–8 листьев или 150 кг/га д.в. азота в основную заправку обеспечивает стабильно высокую урожайность: сухого вещества 189,3–193,5 ц/га, протеина 13,08–13,21 ц/га, кормовых единиц 203,9–208,4 ц/га.

3. Наибольший чистый доход в повторных посевах кукуруза формирует при внесении  $N_{30 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ К}}$  вразброс в фазу 7–8 листьев (1421,97 руб./га);  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева + по  $N_{30 \text{ КАС}}$  путем опрыскивания 8%-м раствором КАС в фазу 5–6 и 7–8 листьев (1411,70 руб./га);  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ КАС}}$  с заделкой в междурядья (1418,67 руб./га);  $N_{60 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ К}}$  вразброс в фазу 7–8 листьев (1471,03 руб./га). Самую низкую себестоимость силосной массы среди лучших вариантов обеспечивает внесение  $N_{30 \text{ КАС}}$  до сева +  $N_{60 \text{ К}}$  вразброс в фазу 7–8 листьев (139,18 руб./т к.ед.).

4. При размещении кукурузы в севообороте внесение 50 т/га подстильного навоза и карбамида (30 кг/га д.в. азота до сева + 60 кг/га вразброс в фазу 7–8 листьев) обеспечивает получение чистого дохода в сумме 1652,70 руб./га с себестоимостью 1 т к.ед. 149,81 руб., а также положительный баланс азота в почве (+104,1 кг/га).

#### Литература

1. Шульц, П. Экономическая и энергетическая оценка минимизации обработки почвы под кукурузу / П. Шульц, В. Вильчевска // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 9. – С. 31–35.
2. Бойко, П. Потенциальная продуктивность зерновых культур в севооборотах / П. Бойко, Н. Коваленко // Зерно. – 2007. – № 4. – С. 20–23.
3. Шекихачева, Л. З. Место кукурузы в севообороте и требования к обработке почвы / Л. З. Шекихачева. – Текст: электронный // NovalInfo, 2016. – № 46. – С. 69–72. – URL: <https://novainfo.ru/article/6146> (дата обращения: 23.06.2024).
4. Возделывание кукурузы на силос в условиях Челябинской области (рекомендации). – Троицк, 2020. – 17 с. – URL: <https://docviewer.yandex.by> (дата обращения: 23.06.2024).
5. Шпаар, Д. Место кукурузы в севообороте / Д. Шпаар // Зерно. – 2012. – № 3. – С. 90–92.
6. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – 490 с.
7. Бельченко, С. А. Оценка влияния агротехнологий возделывания кукурузы на качество зеленой массы и силоса в условиях Юго-Западной части Нечерноземья / С. А. Бельченко, И. Н. Белоус // Вестник Курской ГСХА. – 2014. – № 6. – С. 48–50.
8. Дронов, А. В. Адаптивность и урожайность гибридов кукурузы различных по скороспелости в условиях Брянской области / А. В. Дронов, С. А. Бельченко, В. В. Ланцев // Вестник Брянской ГСХА. – 2018. – № 4 (68). – С. 30–34.
9. Серая, Т. М. Гумус: источники воспроизводства / Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 46–52.
10. Багринцева, В. Н. Влияние доз азотного удобрения на урожайность гибридов кукурузы (*Zea mays* L.) / В. Н. Багринцева, И. Н. Ивашенко // Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – № 1. – С. 13–18.
11. Агроэкономическая эффективность возделывания кукурузы по соломе ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т. М. Серая [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1 (52). – С. 257–267.
12. Шульц, П. Рациональное удобрение кукурузы / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 3. – С. 13–18.
13. Агафонов, Е. В. Применение удобрений под гибриды разного срока созревания / Е. В. Агафонов, А. А. Батаков // Кукуруза и сорго. – 2000. – № 3. – С. 6–7.
14. Агеев, В. В. Системы удобрения в севооборотах Юга России: учеб. пособие / В. В. Агеев, А. И. Подколзин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ставрополь: Изд-во СГСХА, 2001. – 352 с.
15. Кукуруза. Агротехнические основы возделывания на черноземах Западного Предкавказья / Т. Р. Толорая, Н. Ф. Лавренчук, М. В. Чумак, В. П. Малаканова; Краснодар. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва им. П. П. Лукьяненко. – Краснодар, 2003. – 310 с.
16. Технология и техническое обеспечение возделывания и заготовки кормов из кукурузы / В. К. Павловский, В. В. Гракун, В. М. Бурдыко [и др.]. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 23–76.
17. Запрудский, А. Методика оценки экономической эффективности кормовых ресурсов с учетом их целевого использования в молочном скотоводстве / А. Запрудский, А. Горбатовский, Н. Надточаев // Аграрная экономика. – 2023. – № 6. – С. 63–75.

УДК 581.4:633.853.494 «321»:631[811.98+531.04+84]

## Морфологические показатели растений и устойчивость к полеганию рапса ярового в зависимости от регуляторов роста, сроков сева и доз азотных удобрений

С. Ю. Храменко, научный сотрудник, Я. Э. Пилук, доктор с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в печать 12.02.2025)

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния регуляторов роста на морфологические показатели и устойчивость к полеганию растений рапса ярового в зависимости от уровня азотного питания и сроков сева. Показано, что более существенное влияние на снижение высоты растений и их ветвления оказали морфорегуляторы Карамба Турбо или Регги, которые вносили однократно в фазу 4–6 настоящих листьев культуры (ДК 14–16). Двукратное применение

The paper presents the results of the research on the effect of growth regulators on morphological indicators and resistance of spring rape to lodging depending on the level of nitrogen nutrition and sowing dates. It is shown that the morphoregulators Caramba Turbo or Reggi, applied once at the 4–6-leaf stage (BBCH 14–16), had a more significant effect on reducing the height of plants and their branching. Double application of the growth regulators Caramba Turbo, 0.6 l/ha (BBCH 14–16) and