

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.63.4>

## ЭФФЕКТИВНОЕ ПИТАНИЕ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

Научная статья

Краснопёров А.Г.<sup>1,\*</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-8202-8423;<sup>1</sup> Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, Калининград, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (akras\_01[at]rambler.ru)

## Аннотация

Наиболее эффективной норму минеральных удобрений для бобово-злаковых культур, используемых на фураж, травяную муку, на торфяно-глебовых польдерных почвах получили в вариантах, где вносились повышенные нормы азотных удобрений  $N_{120}P_{180}K_{240}$  и  $N_{180}P_{180}K_{240}$ . Урожай абсолютно сухого вещества здесь составил 105,7 и 106,6 ц/га или на 112,7 и 114,5% больше, чем в контроле. Внесение лишь фосфорно-калийных удобрений ( $P_{120}K_{120}$ ) на польдерных почвах повышало урожай трав на 51,1% по сравнению с контролем (без удобрений). Азотные удобрения целесообразно вносить дробно, по 30–60 кг д. в. под каждый укос, а калийные и фосфорные — два раза за вегетацию. Условный чистый доход составил соответственно 4650,61 и 4620,60 руб., а окупаемость одного рубля дополнительных затрат составила 70,32 и 60,25 руб.

**Ключевые слова:** польдеры, минеральные удобрения, бобово-злаковые культуры.

## EFFECTIVE NUTRITION OF LEGUME-GRASS CROPS

Research article

Krasnopyorov A.G.<sup>1,\*</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-8202-8423;<sup>1</sup> Federal Williams Scientific Research Center of Forage Production and Agroecology, Kaliningrad, Russian Federation

\* Corresponding author (akras\_01[at]rambler.ru)

## Abstract

The most effective mineral fertiliser rates for legume-grass crops used for fodder, grass meal, and on peat-gley polder soils were obtained in variants where increased rates of nitrogen fertilisers  $N_{120}P_{180}K_{240}$  and  $N_{180}P_{180}K_{240}$  were applied. The yield of absolutely dry substance here was 105.7 and 106.6 cwt/ha, or 112.7 and 114.5% more than in the control. The application of only phosphorus-potassium fertilisers ( $P_{120}K_{120}$ ) on polder soils increased the grass yield by 51.1% compared to the control (without fertilisers). It is advisable to apply nitrogen fertilisers in small doses, 30–60 kg per hectare for each cut, and potassium and phosphorus fertilisers twice during the growing season. The conditional net income was 4,650.61 and 4,620.60 roubles, respectively, and the return on one rouble of additional costs was 70.32 and 60.25 roubles.

**Keywords:** polders, mineral fertilisers, legume-grass crops.

## Введение

Калининградская область по наличию мелиорированных земель среди других регионов Российской Федерации уникальна. На ее территории свыше 730 тыс. гектаров сельхозугодий, из которых осушаются 94%. В регионе имеется 98 тыс. гектаров высокопродуктивных польдерных земель (70% польдеров России), в том числе в Славском районе 68 тыс., гектаров и в Полесском районе 15 тыс. гектаров, которые защищены водозащитными дамбами протяженностью 725 км (в том числе в Славском районе 440 км и в Полесском районе 113 км). Избыточные воды отводятся 122 электрифицированными насосными станциями (в том числе в Славском районе — 56 и в Полесском районе -20) [1], [2].

Польдерные земли в Калининградской области составляют около 12% площади всех сельскохозяйственных угодий. Они расположены вдоль Куршского и Калининградского заливов, а также в долинах рек Неман, Дейма, Инструч и Преголя. Это пониженные, довольно выровненные участки, огражденные от нагонных и паводковых вод мощными земляными валами (дамбами). Большая часть польдерных земель осушается с помощью открытой осушительной сети.

Почвы Калининградской области имеют промывной характер. Все минеральные удобрения, которые были не усвоены растениями попадают в закрытые дренажные системы, затем в открытые каналы, а через них оказываются в Куршском заливе и в конце пути — в Балтийском море. Поэтому так важно вносить минеральные удобрения именно в том количестве, которое усвоится в течение 2-3 дней и покажет максимальную отдачу от их использования. На польдерных землях Калининградского НИИСХ — филиале ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса исследовалось влияние минеральных удобрений на урожай бобово-злакового травостоя, используемого на травяную муку [2].

Травяная мука относится к грубым кормам, то есть стоит в одном ряду с сеном, соломой и т.д., хотя по своей энергетической ценности витаминно-травяная мука приближается к концентратам (0,65 — 1,1 к. ед.). Правильно приготовленная травяная мука по общей питательности мало уступает зерновым кормам и содержит в одном килограмме 100-140 г переваримого протеина, 180-300 мг каротина. В ней сохраняются почти все незаменимые аминокислоты [3], [4]. Для производства травяной муки используют свежескошенную траву бобовых, злаков и

разнотравную зеленую массу. В зависимости от того, из какого вида травы, в какую фазу ее роста и по какой технологии получают муку, ее питательные характеристики и содержание в ней витаминов могут значительно варьировать [5], [6], [7].

Цель — установить оптимальные значения основных питательных элементов (NPK) для получения максимальной отдачи при возделывании бобово-злаковой смеси на травяную муку в польдерных землях.

Новизна — впервые определены оптимальные соотношения основных питательных элементов (NPK) для получения максимальной отдачи при возделывании бобово-злаковой смеси на травяную муку в польдерных землях

### Методы и принципы исследования

Деляночные опыты проводили на торфянисто-подзолисто-глеевых польдерных почвах по общепринятой методике в четырехкратной повторности. Площадь опытной делянки составляла 100 м<sup>2</sup>.

Анализ питательности зеленых кормов определяли в лаборатории Агрохолдинга «Залесье», пос. Высокое Полесского района Калининградской области под кураторством ООО «Ярвет» [8], [9], [10].

Реакция почвенной среды опытного участка — слабокислая (рН — 5,5), азота NH<sub>4</sub> — 1,6 мг, NO<sub>3</sub> — 1,1 мг, фосфора P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> содержалось 136 мг (оптимальное значение 200), 142 мг — K<sub>2</sub>O на 1 кг почвы (оптимальное значение 188). Поскольку данный тип почвы имеет промывной характер, обеспеченность основными питательными веществами оказалось фактически ниже среднего уровня для аналогичных почв Калининградской области. Поэтому было принято решение о повышенных дозах внесения минеральных удобрений в исследованиях. Бобово-злаковой травостой составляли такие культуры: ежа сборная сорт «Аста» (норма высева семян 6 кг/га; овсяница тростниковидная сорт «Балтика» (10 кг/га)); клевер гибридный розовый сорт «Даубяй» (8 кг/га); и клевер белый сорт «Парус» (4 кг/га). Смесь посеяна летом 2016 года под покров овса. Норма высева покровной культуры — 200 кг/га. Обработка почвы опытного участка была следующей: дискование тяжелыми дисками в два следа; вспашка болотным плугом на 30 см; дискование в два следа; внесение минеральных удобрений; прикатывание тяжелыми катками; предпосевное дискование в два следа; прикатывание тяжелыми катками; посев травосмесей и покровной культуры; прикатывание посева. Под покровную культуру удобрения были внесены в дозе N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> в форме аммиачной селитры, гранулированного суперфосфата, хлористого калия.

Опыт был заложен по следующей схеме:

1. Без удобрений — контроль.
2. P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>.
3. N<sub>60</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> (N<sub>30</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> весной+N<sub>30</sub> после второго укоса).
4. N<sub>60</sub>P<sub>120</sub>K<sub>240</sub> (N<sub>30</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> весной+N<sub>30</sub>K<sub>120</sub> после второго укоса).
5. N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>120</sub> (N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>60</sub> весной+K<sub>60</sub> после второго укоса).
6. N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub> (N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>120</sub> весной+K<sub>60</sub> после первого укоса+ N<sub>30</sub>K<sub>60</sub> после второго укоса).
7. N<sub>120</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub> (N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>120</sub> весной+N<sub>30</sub> после первого укоса+ N<sub>30</sub>K<sub>120</sub> после второго укоса).
8. N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub> (N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub> весной+N<sub>60</sub> после первого укоса+ N<sub>60</sub> после второго укоса).

Под покровную культуру удобрения были внесены в дозе N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> в форме аммиачной селитры, гранулированного суперфосфата, хлористого калия.

За период вегетации проводилось по три укоса в фазе конца выхода в трубку злаковых трав и начала бутонизации бобовых. Урожайность определялась по выходу абсолютно сухого вещества с 1 га.

В работе использовали стандартные методы статистической обработки в программе Excel 2016.

### Основные результаты

Исследования показали высокую эффективность внесения минеральных удобрений на польдерных землях под бобово-злаковой травостой, используемый на травяную муку (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние удобрений на урожайность бобово-злаковых травосмесей

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.63.4.1>

| Варианты |               | Урожай<br>абсолютно<br>сухого вещества,<br>Ц/га | Прибавка урожая |      | Окупаемо<br>сть 1 кг д. в.<br>NPK в<br>виде<br>прибавки<br>абсолютно<br>сухим<br>веществом<br>бобово-<br>злаковой тра-<br>восмеси, кг |
|----------|---------------|---|-----------------|------|---|
|          |               |   | ц/га            | %    |   |
| 1.       | Без удобрений | 49,7  | -               | -    | -   |
| 2.       | P120 K120     | 75,1  | 25,4            | 51,1 | 10,6  |
| 3.       | N60 P120 K120 | 84,7  | 34,0            | 70,4 | 11,6  |
| 4.       | N60 P120 K240 | 91,9  | 42,2            | 84,9 | 10,0  |
| 5.       | N60 P180 K120 | 85,3  | 35,6            | 71,6 | 10,0  |

| Варианты                            |                | Урожай<br>абсолютно | Прибавка урожая |       | Окупаемо<br>сть 1 кг д. в. |
|-------------------------------------|----------------|---------------------|-----------------|-------|----------------------------|
|                                     |                |                     | ц/га            | %     |                            |
| 6.                                  | N60 P 180 K240 | 97,2                | 47,5            | 95,6  | 10,0                       |
| 7.                                  | N120 P180 K240 | 105,7               | 56,0            | 112,7 | 10,4                       |
| 8.                                  | N180 P180 K240 | 106,6               | 56,9            | 114,5 | 9,5                        |
| P, % =2,5-3,1 НСР <sub>05</sub> 7,7 |                |                     |                 |       |                            |

Примечание: 2017-2019 гг

Самые высокие урожаи и прибавки были получены в вариантах, где вносились повышенные нормы азотных удобрений N<sub>120</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub> и N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub>. Урожай абсолютно сухого вещества здесь составил 105,7 и 106,6 ц/га или на 112,7 и 114,5% больше, чем в контроле. Оплата 1 кг действующего вещества удобрений в этих вариантах составляла 9,5 и 10,4 кг абсолютно сухого вещества.

Повышенные нормы фосфорно-калийных удобрений в вариантах N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>120</sub> и N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub> не оказывали существенного влияния на урожайность трав по сравнению с внесением N<sub>60</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> [3], [4]. Внесение лишь фосфорно-калийных удобрений (P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>) на полевых почвах повышало урожай трав на 51,1% по сравнению с контролем (без удобрений).

Минеральные удобрения улучшают химический состав бобово-злакового травостоя [5]. Азотные удобрения на фоне фосфорно-калийных увеличили содержание сырого протеина в первом укосе на 0,53–1,22%, во втором укосе — на 0,74–1,43 и в третьем укосе — на 2,76–4,19%. Фосфорные удобрения в сочетании с азотными и калийными увеличили содержание фосфора в первом укосе — на 0,34–0,46%, во втором укосе — на 0,04–0,37 и в третьем укосе — на 0,10–0,25%. Калийные удобрения на фоне азотно-фосфорных увеличили содержание калия в первом укосе — на 1,22–2,09%, во втором укосе — на 0,43–1,19 и в третьем укосе — на 0,10–1,00%. (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние удобрений на химический состав трав

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.63.4.2>

| № п/п       | Варианты          | Содержание питательных веществ, % |                               |                  |      |      | %         |
|-------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|------|------|-----------|
|             |                   | Сырой<br>протеин                  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | Mg   | клетчатка |
| Первый укос |                   |                                   |                               |                  |      |      |           |
| 1           | Без<br>удобрений  | 15,44                             | 0,46                          | 1,49             | 0,63 | 0,40 | 23,42     |
| 2           | P120 K120         | 15,55                             | 0,82                          | 2,71             | 0,53 | 0,43 | 23,99     |
| 3           | N60 P120<br>K120  | 16,66                             | 0,87                          | 2,71             | 0,47 | 0,48 | 24,72     |
| 4           | N60 P120<br>Kг«   | 16,32                             | 0,80                          | 3,04             | 0,49 | 0,37 | 24,62     |
| 5           | N60P180K<br>120   | 16,84                             | 0,91                          | 2,33             | 0,50 | 0,48 | 25,63     |
| 6           | N60 P180<br>K240  | 15,97                             | 0,92                          | 2,91             | 0,45 | 0,46 | 24,61     |
| 7           | N120 P180<br>K240 | 15,91                             | 0,81                          | 3,22             | 0,39 | 0,38 | 26,39     |
| 8           | N180 P180<br>K240 | 16,27                             | 0,86                          | 3,58             | 0,45 | 0,33 | 25,06     |
| Второй укос |                   |                                   |                               |                  |      |      |           |
| 1           | Без<br>удобрений  | 15,99                             | 0,49                          | 1,43             | 0,75 | 0,55 | —         |
| 2           | P120 K120         | 16,96                             | 0,74                          | 2,50             | 0,67 | 0,53 | —         |
| 3           | N60 P120<br>K120  | 16,22                             | 0,69                          | 2,20             | 0,66 | 0,51 | —         |
| 4           | N60P120K<br>240   | 17,21                             | 0,66                          | 2,35             | 0,62 | 0,48 | —         |
| 5           | N60P180K<br>120   | 16,84                             | 0,79                          | 1,86             | 0,64 | 0,52 | —         |
| 6           | N60P180K          | 16,42                             | 0,53                          | 2,62             | 0,64 | 0,47 | —         |

| № п/п       | Варианты      | Содержание питательных веществ, % |                               |                  |      |      | % клетчатка |
|-------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|------|------|-------------|
|             |               | Сырой протеин                     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | Mg   |             |
|             | 240           |                                   |                               |                  |      |      |             |
| 7           | N120P180 K240 | 16,24                             | 0,81                          | 2,20             | 0,62 | 0,52 | —           |
| 8           | N180P180 K240 | 16,19                             | 0,86                          | 2,59             | 0,50 | 0,44 | —           |
| Третий укос |               |                                   |                               |                  |      |      |             |
| 1           | Без удобрений | 12,00                             | 0,56                          | 1,84             | 0,42 | 0,72 | —           |
| 2           | P120K120      | 15,83                             | 0,71                          | 1,45             | 0,55 | 0,80 | —           |
| 3           | N60 P120 K120 | 15,41                             | 0,73                          | 1,47             | 0,46 | 0,74 | —           |
| 4           | N60P120K 240  | 15,27                             | 0,74                          | 2,84             | 0,45 | 0,61 | —           |
| 5           | N60P180K 120  | 16,19                             | 0,81                          | 2,28             | 0,46 | 0,73 | —           |
| 6           | N60P180K 240  | 16,15                             | 0,80                          | 2,48             | 0,46 | 0,67 | —           |
| 7           | N120P180 K240 | 14,92                             | 0,66                          | 1,94             | 0,46 | 0,68 | —           |
| 8           | N180P180 K240 | 14,76                             | 0,73                          | 2,26             | 0,39 | 0,71 | —           |

Минеральные удобрения увеличивают содержание клетчатки в первом укосе, но не оказывают никакого влияния на содержание кальция и магния во всех трех укосах. Существенно увеличивается содержание магния во втором и третьем укосах. В вариантах опыта, где калийные удобрения вносились один раз за сезон, содержание калия в растениях резко снижается во втором и третьем укосах. Наиболее высокий сбор питательных веществ в среднем за три года с 1 га посева был получен в вариантах, в которых применялись удобрения в нормах N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub> и N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub> (табл. 3).

Таблица 3 - Сбор питательных веществ при использовании различных норм минеральных удобрений

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.63.4.3>

| Варианты |                             | Сырой протеин, кг/га | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , кг/га | K <sub>2</sub> O, кг/га | CaO, кг/га | MgO, кг/га |
|----------|-----------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------|------------|
| 1.       | Без удобрений               | 757                  | 29,4                                  | 63,9                    | 30,4       | 19,8       |
| 2.       | P120 K120                   | 1238                 | 63,1                                  | 168,9                   | 46,0       | 33,5       |
| 3.       | N60 P120 K120               | 1383                 | 71,6                                  | 179,9                   | 48,1       | 38,0       |
| 4.       | N60 P120 K240               | 1521                 | 88,6                                  | 222,8                   | 50,0       | 35,1       |
| 5.       | N60 P180 K120               | 1376                 | 83,6                                  | 164,3                   | 48,3       | 39,3       |
| 6.       | N <sup>T</sup> 60 P180 K240 | 1573                 | 101,8                                 | 233,0                   | 55,0       | 41,8       |
| 7.       | N120 P180 K240              | 1667                 | 96,8                                  | 243,8                   | 55,4       | 44,5       |
| 8.       | N180 P180 K240              | 1699                 | 99,2                                  | 287,7                   | 51,4       | 39,6       |
|          | HCP <sub>0,5</sub>          | 77,5                 | 8,9                                   | 25,1                    | 3,1        | 2,3        |

Примечание: 2017-2019 гг

В этом случае с 1 га было получено 1573–1699 кг сырого протеина, 96,8–101,8 кг фосфора, 233–288 кг калия, 51,4–55,4 кальция, 39,6–44,5 кг магния.

Структурный состав урожая бобово-злаковой травосмеси показал, что под влиянием удобрений, особенно азотных, содержание бобовых культур резко падает, а злаковых — увеличивается в течение трехлетнего использования (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние минеральных удобрений на ботанический состав травостоя

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.63.4.4>

| Варианты  | Содержание абсолютно сухого вещества, % |                       |                  |                 |              |             |
|---|---|-----------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------|
|   | ежа сборная                             | овсяница тростниковая | клевер гибридный | клевер ползучий | другие злаки | разнотравье |
| Первый год пользования                                |   |                       |                  |                 |              |             |
| 1. Без удобрений                                      | 24,3                                    | 28,9                  | 27,8             | 4,2             | 3,0          | 11,9        |
| 2. P120 K120  | 20,8                                    | 20,5                  | 34,4             | 7,4             | 3,3          | 13,6        |
| 3. N <sub>60</sub> P120 K120                          | 38,6                                    | 23,5                  | 8,6              | 14,5            | 1,2          | 13,6        |
| 6. N <sub>60</sub> P <sub>180</sub> K <sub>240</sub>  | 28,2                                    | 23,2                  | 23,8             | 12,2            | 4,8          | 7,8         |
| 7. N120 P180 K240                                     | 27,4                                    | 20,8                  | 9,0              | 16,8            | 4,4          | 21,6        |
| 8. N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>240</sub> | 44,4                                    | 17,8                  | 13,8             | 6,2             | 6,2          | 11,6        |
| Третий год пользования                                |   |                       |                  |                 |              |             |
| Без удобрений   | 50,4                                    | 29,4                  | 3,0              | 1,4             | 5,4          | 10,4        |
| P120 K120   | 50,8                                    | 28,4                  | 1,8              | 8,8             | 4,2          | 6,0         |
| N60 P120 K120   | 56,4                                    | 31,4                  | 0,8              | 1,4             | 3,4          | 6,6         |
| N60 P180 K240   | 62,0                                    | 29,8                  | 1,0              | 1,2             | 1,4          | 4,6         |
| N120 P180 K240  | 63,4                                    | 28,6                  | —                | 2,0             | 1,4          | 4,6         |
| N180 P180 K240  | 77,2                                    | 22,6                  | —                | 0,2             | —            | —           |

Примечание: 2017—2019 гг

### Обсуждение

Так, в вариантах, где минеральные удобрения были внесены в норме N60P180K240, содержание ежи сборной в травостое увеличилось на 32,8–36,0%, овсяницы тростниковой — на 5,8–7,8%. Содержание клевера гибридного уменьшилось на 22,8%, а клевера ползучего – на 11,0%.

Экономический анализ показывает, что применение минеральных удобрений на бобово-злаковых травостоях на пolderных землях экономически эффективно (табл.5).

Таблица 5 - Экономическая эффективность применения минеральных удобрений

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.63.4.5>

| Варианты      | Прибавка урожая, ц/га | Стоимость прибавки урожая, руб/га | Дополнительные затраты на приобретение и внесение удобрений, руб/га | Условный чистый доход, руб. |                                 |                            |
|---------------|-----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
|               |                       |                                   |   | на 1 га                     | на 1 руб. дополнительных затрат | на 1 ц питательных веществ |
| Без удобрений | —                     | —                                 | —   | —                           | —                               | —                          |
| P120 K120     | 25,4                  | 2390,03                           | 250,36  | 2130,67                     | 80,43                           | 890,03                     |
| N60 P120 K120 | 35,0                  | 3300,75                           | 360,48  | 2940,27                     | 80,07                           | 980,09                     |
| N60 P120 K240 | 42,2                  | 3980,79                           | 430,36  | 3550,43                     | 80,20                           | 840,63                     |

| Варианты       | Прибавка урожая, ц/га | Стоимость прибавки урожая, руб/га | Дополнительные затраты на приобретение и внесение удобрений, | Условный чистый доход, руб. |                                 |                            |
|----------------|-----------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
|                |                       |                                   |  | на 1 га                     | на 1 руб. дополнительных затрат | на 1 ц питательных веществ |
| N60 P180 K120  | 35,6                  | 3360,42                           | 460,92   | 2890,50                     | 60,17                           | 800,42                     |
| N60 P180 K240  | 47,5                  | 3480,77                           | 520,58   | 2960,19                     | 50,63                           | 610,71                     |
| N120 P180 K240 | 56,0                  | 5290,20                           | 630,59   | 4650,61                     | 70,32                           | 860,22                     |
| N180 P180 K240 | 56,9                  | 5370,70                           | 740,00   | 4620,60                     | 60,25                           | 770,10                     |

### Заключение

Исследования показали высокую эффективность внесения минеральных удобрений на полевых землях под бобово-злаковой травостой, используемый на травяную муку. В посевах кормовых бобово-злаковых травосмесей наиболее эффективным оказалось внесение норм  $N_{120}P_{180}K_{240}$  и  $N_{180}P_{180}K_{240}$ . Самые высокие прибавки были получены в вариантах, где вносились повышенные нормы азотных удобрений  $N_{120}P_{180}K_{240}$  и  $N_{180}P_{180}K_{240}$ . Урожай абсолютно сухого вещества здесь составил 105,7 и 106,6 ц/га или на 112,7 и 114,5% больше, чем в контроле. Внесение лишь фосфорно-калийных удобрений ( $P_{120}K_{120}$ ) на полевых почвах повышало урожай трав на 51,1% по сравнению с контролем (без удобрений).

Азотные удобрения на фоне фосфорно-калийных увеличили содержание сырого протеина в первом укосе на 0,53–1,22%, во втором укосе — на 0,20–1,22 и в третьем укосе — на 2,76–4,19%. Незначительное снижение содержания сырого протеина при втором укосе, очевидно, связано с ошибкой опыта. Фосфорные удобрения в сочетании с азотными и калийными увеличили содержание фосфора в первом укосе — на 0,34–0,46%, во втором укосе — на 0,04–0,37 и в третьем укосе — на 0,10–0,25%. Калийные удобрения на фоне азотно-фосфорных увеличили содержание калия в первом укосе — на 1,22–2,09%, во втором укосе — на 0,43–1,19 и в третьем укосе — на 0,1–1,0%.

Структурный состав урожая бобово-злаковой травосмеси показал, что под влиянием удобрений, особенно азотных, содержание бобовых культур резко падает, а злаковых — увеличивается в течение трехлетнего использования.

Условный чистый доход составил соответственно 4650,61 и 4620,60 руб., а окупаемость одного рубля дополнительных затрат составила 70,32 и 60,25 руб. Наибольшая прибавка на рубль дополнительных затрат и центнер действующего вещества удобрений была получена в вариантах со внесением  $P_{120}K_{120}$  и  $N_{60}P_{120}K_{120}$ .

Эффективной нормой минеральных удобрений на бобово-злаковых культурах, используемых на травяную муку на торфяно-глеевых почвах полевых почвах, является  $N_{120}P_{180}K_{240}$ . Азотные удобрения целесообразно вносить дробно, по 30–60 кг д. в. под каждый укос, а калийные и фосфорные — два раза за вегетацию.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Завалин А.А. Оптимизация минерального питания и продуктивности растений при использовании биопрепаратов и удобрений / А.А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. — 2015. — Т. 29. — № 5. — С. 26–28.
2. Дормешкин О.Б. Эффективность новых видов поликомпонентных минеральных удобрений при возделывании бобово-злаковой смеси / О.Б. Дормешкин, В.Н. Босак, К.Т. Жантасов [и др.] // Земледелие и защита растений. — 2015. — № 1 (98). — С. 23–25.
3. Персикова Т.Ф. Влияние различных доз минеральных и бактериальных удобрений на биологическую активность, урожайность и качество зерна бобово-злаковой смеси (яровое тритикале+люпин) / Т.Ф. Персикова, Н.В. Ключкова // Вестник Брянской ГСХА. — 2013. — № 1. — С. 40–45.
4. Лукашов В.Н. Продуктивность однолетних бобово-злаковых смесей при разных сроках посева на серых лесных и дерново-подзолистых почвах центрального Нечерноземья / В.Н. Лукашов, А.Н. Исаков, Т.Н. Короткова [и др.] // Кормопроизводство. — 2022. — № 6. — С. 14–17.
5. Буянкин Н.И. Продуктивность бобово-злаковых смесей в разные сроки посева / Н.И. Буянкин, А.Г. Красноперов // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2020. — № 3 (35). — С. 44–50.

6. Самутенко Л.В. Зависимость продуктивности однолетних кормовых культур от степени интенсивности систем удобрения и уровня плодородия лугово-дерновой почвы острова Сахалин / Л.В. Самутенко // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. — 2020. — № 4 (212). — С. 74–80.
7. Павлючик Е.Н. Урожайность бобово-злаковых травосмесей при применении минеральной подкормки / Е.Н. Павлючик, А.Д. Капсамун, Н.Н. Иванова // Кормопроизводство. — 2022. — № 3. — С. 10–15.
8. Морозков Н.А. Травяная мука из эспарцета песчаного (*onobrychis arenaria*) в рационах молочных коров / Н.А. Морозков, Е.В. Суханова, Н.Н. Матолинец // Кормопроизводство. — 2021. — № 2. — С. 42–48.
9. Пасынкова Е.Н. Эффективность смешанных посевов яровых зерновых и зернобобовых культур на северо-востоке Нечерноземья России / Е.Н. Пасынкова, А.А. Завалин, Я.В. Макарова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2011. — № 2 (21). — С. 21–26.
10. Безрукова А.М. Продуктивность вико-овсяной смеси в зависимости от доз азотных удобрений / А.М. Безрукова, О.В. Рахимова // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства. Материалы III международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. — Воронеж, 2021. — С. 336–343.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Zavalin A.A. Optimizatsiya mineralnogo pitaniya i produktivnosti rastenii pri ispolzovanii biopreparatov i udobrenii [Optimisation of mineral nutrition and plant productivity using biological products and fertilisers] / A.A. Zavalin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of AIC Science and Technology]. — 2015. — Vol. 29. — № 5. — P. 26–28. [in Russian]
2. Dormeshkin O.B. Effektivnost novikh vidov polikomponentnykh mineralnykh udobrenii pri vozdelivanii bobovo-zlakovoi smesi [The effectiveness of new types of multi-component mineral fertilisers in the cultivation of legume-cereal mixtures] / O.B. Dormeshkin, V.N. Bosak, K.T. Zhantasov [et al.] // Zemledelie i zashchita rastenii [Agriculture and Plant Protection]. — 2015. — № 1 (98). — P. 23–25. [in Russian]
3. Persikova T.F. Vliyaniye razlichnykh doz mineralnykh i bakterialnykh udobrenii na biologicheskuyu aktivnost, urozhainost i kachestvo zerna bobovo-zlakovoi smesi (yarovoe tritikale+lyupin) [The effect of various doses of mineral and bacterial fertilisers on the biological activity, yield and quality of grain from a legume-cereal mixture (spring triticale + lupin)] / T.F. Persikova, N.V. Klochkova // Vestnik Bryanskoi GSKhA [Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy]. — 2013. — № 1. — P. 40–45. [in Russian]
4. Lukashov V.N. Produktivnost odnoletnykh bobovo-zlakovikh smesei pri raznykh srokakh poseva na serikh lesnikh i dervno-podzolistikh pochvakh tsentralnogo Nechozemya [Productivity of annual legume-cereal mixtures at different sowing dates on grey forest and sod-podzolic soils of central Non- Black Earth Region] / V.N. Lukashov, A.N. Isakov, T.N. Korotkova [et al.] // Kormoproizvodstvo [Fodder Production]. — 2022. — № 6. — P. 14–17. [in Russian]
5. Buyankin N.I. Produktivnost bobovo-zlakovikh smesei v raznye sroki poseva [Productivity of legume-cereal mixtures at different sowing times] / N.I. Buyankin, A.G. Krasnopyorov // Zernobobovie i krupyaniye kulturi [Legumes and cereal crops]. — 2020. — № 3 (35). — P. 44–50. [in Russian]
6. Samutenko L.V. Zavisimost produktivnosti odnoletnykh kormovykh kultur ot stepeni intensivnosti sistem udobreniya i urovnya plodorodiya lugovo-dernovoi pochvi ostrova Sakhalin [Dependence of the productivity of annual fodder crops on the intensity of fertilisation systems and the fertility level of meadow-turf soils on Sakhalin Island] / L.V. Samutenko // Vestnik Dalnevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk [Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences]. — 2020. — № 4 (212). — P. 74–80. [in Russian]
7. Pavlyuchik Ye.N. Urozhainost bobovo-zlakovikh travosmesei pri primenenii mineralnoi podkormki [Yield of legume-cereal grass mixtures when applying mineral fertilisers] / Ye.N. Pavlyuchik, A.D. Kapsamun, N.N. Ivanova // Kormoproizvodstvo [Fodder Production]. — 2022. — № 3. — P. 10–15. [in Russian]
8. Morozkov N.A. Travyanaya muka iz espartseta peschanogo (*onobrychis arenaria*) v ratsionakh molochnykh korov [Grass meal from sandy sainfoin (*Onobrychis arenaria*) in dairy cow diets] / N.A. Morozkov, Ye.V. Sukhanova, N.N. Matolinets // Kormoproizvodstvo [Fodder Production]. — 2021. — № 2. — P. 42–48. [in Russian]
9. Pasinkova Ye.N. Effektivnost smeshannykh posevov yarovykh zernovykh i zernobobovykh kultur na severo-vostoke Nechozemya Rossii [The effectiveness of mixed crops of spring cereals and legumes in the north-east of Russia's Non-black Earth Region] / Ye.N. Pasinkova, A.A. Zavalin, Ya.V. Makarova [et al.] // Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka [Agricultural Science of the Euro-North-East]. — 2011. — № 2 (21). — P. 21–26. [in Russian]
10. Bezrukova A.M. Produktivnost viko-ovsyanoi smesi v zavisimosti ot doz azotnykh udobrenii [The productivity of a wheat-oat mixture depending on nitrogen fertiliser doses] / A.M. Bezrukova, O.V. Rakhimova // Aktualnye problemi zemleustroystva, kadastra i prirodoobustroystva. Materialy III mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii fakulteta zemleustroystva i kadaistrov VGAU [Current issues in land management, cadastre and environmental management. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference of the Faculty of Land Management and Cadastre, VSAU]. — Voronezh, 2021. — P. 336–343. [in Russian]