



Научная статья

УДК 633.31:633.2.033

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_624

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ ОРГАНИЧЕСКИМ РОСТОВЫМ ВЕЩЕСТВОМ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А.С. Скамарохова¹, А.Б. Власов¹, Д.А. Юрин¹, А.А. Свистунов¹, В.Г. Григулецкий^{1,2}¹Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия²Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Аннотация. Целью исследований было изучение влияния применения органического ростового вещества на структуру урожая после предпосевной обработки семян люцерны сорта Бажена в условиях Центральной черноземной зоны Краснодарского края. Проведены полевые опыты по исследованию влияния нового органического ростового вещества, состоящего из натриевых солей нафтенных (жирных) кислот, рапсового масла и воды, при предпосевной обработке семян люцерны сорта Бажена. Высевалась люцерна синегрибридная сорта Бажена (*Medicago varia Martin*). Норма посева люцерны в опыте составляла 2 г/м², опытные семена за 24 часа до посева обрабатывались водным раствором ростового вещества Гривлаг (GVG) в концентрации 0,02 мл Гривлага на 1 л воды. Опрыскивание семян раствором проводилось из ручного прибора для распыления жидкостей на мелкие капли (пульверизатором), затем эти семена, распределенные максимально тонко по бумаге, укрывались плотной льняной тканью и оставались в таком состоянии при комнатной температуре (19–20°C) 24 часа. Семена в контрольном варианте обрабатывались чистой водой из пульверизатора в таком же объеме. Высевались семена вручную, сплошным севом, глубина заделки семян составляла 1,5–2 см. Опытами установлено изменение структуры урожая люцерны в зависимости от результатов предпосевной обработки семян: во-первых, в среднем по трем укосам получено увеличение на 5,02% массы листьев люцерны; во-вторых, получено увеличение общей массы стеблей растений на 14,12% и, наконец, на опытном участке получено ускорение наступления фазы цветения люцерны и увеличение числа соцветий (цветков) растений по сравнению с контролем.

Ключевые слова: органическое ростовое вещество, урожай, семена, чернозем, всходы, укос, зеленая масса, листья, растения

Original article

EFFICIENCY OF PRE-SOWING TREATMENT OF ALFALFA SEEDS WITH ORGANIC GROWTH SUBSTANCE OF NATURAL ORIGIN

A.S. Skamarochova¹, A.B. Vlasov¹, D.A. Yurin¹, A.A. Svistunov¹, V.G. Griguletsky^{1,2}¹Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia²Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. The aim of the research was to study the effect of the use of organic growth substance on the structure of the crop after pre-sowing treatment of alfalfa seeds of Bazhena variety in the conditions of the Central Chernozem Zone of the Krasnodar Territory. Field experiments were carried out to study the effect of a new organic growth substance, consisting of sodium salts of naphthenic (fatty) acids, rapeseed oil and water, during pre-sowing treatment of alfalfa seeds of Bazhena variety. Alfalfa hybrid of the Bazhena variety (*Medicago varia Martin*) was sown. The seeding rate of alfalfa in the experiment was 2 g/m². The experimental seeds were treated with an aqueous solution of the Grivlag growth substance (GVG) at a concentration of 0.02 ml of Grivlag per 1 liter of water 24 hours before sowing. Spraying the seeds with a solution was carried out from a hand-held device (spray bottle) for spraying liquids into small drops, then these seeds were distributed as thinly as possible over the paper, covered with a dense linen cloth and remained in this state at room temperature (19–20°C) for 24 hours. The seeds in the control variant were treated with clean water from a spray bottle in the same volume. Seeds were sown manually, by continuous sowing, the seeding depth was 1.5–2 cm. Experiments have shown a change in the structure of the alfalfa yield depending on the results of pre-sowing seed treatment: firstly, an average increase of 5.02% in leaf weight of alfalfa was obtained for three cuttings; secondly, there was an increase in the total weight of plant stems by 14.12%; and, finally, on the experimental plot, an acceleration of the onset of the flowering phase of alfalfa and an increase in the number of inflorescences (flowers) of plants were obtained, compared with the control.

Keywords: organic growth substance, crop, seeds, chernozem, seedlings, cut, green material, leaves, plants

Введение. В настоящее время в Российской Федерации реализуются Национальные проекты развития агропромышленного комплекса и большое внимание уделяется развитию кормовой базы для птицеводства и животноводства [1, 2]. Известно, что использование травы, или пророщенного зерна фасоли, ячменя, кукурузы способствует повышению яйценоскости кур, исключают болезни особенно в зимние месяцы; одни из лучших белковых кормовых добавок для птицеводства и животноводства получены из суданской травы [3–5].

Органическое ростовое вещество содержит натриевую соль нафтенной кислоты (35–45% масс), рапсовое масло (0,005–0,015% масс) и пресную воду — остальное [6]. Лабораторными и полевыми испытаниями установлено, что органическое ростовое вещество обладает высокой физиологической активностью, длительной сохранностью свойств, экологичностью и возможностью создания водорастворимых свойств с известными минеральными и органическими

удобрениями, их смесями, жидкими гербицидами, фунгицидами и т.д. [6–10].

Опытами установлено, что новое органическое ростовое вещество можно применять путем внесения в почву в предпосевной период для конкретного растения и почвы, замачиванием (намачиванием) семян растений в предпосевной период, опрыскиванием растений в период вегетации и цветения и при борьбе с вредителями, а также путем внесения в почву вместе с известными органическими и/или минеральными удобрениями (и их смесями) в разные фазы роста растения. В частности, при совместном использовании известного минерального удобрения КАС-32 и органического ростового вещества [6] на опытном поле площадью 50 га урожайность ячменя оказалась на 12,7% больше, чем на контрольном поле площадью 15 га [8].

Результаты полевых опытов применения органического ростового вещества (Патент РФ № 2713902) [6] на малогумусных слабощелочных почвах северо-востока Краснодарского края

позволили увеличить урожайность озимой пшеницы на 8,7% на опытной площади 59 га по сравнению с контрольным полем площадью 53 га [9].

Применение нового органического ростового вещества совместно с гербицидами на посевах риса дало прибавку урожайности 5,0 ц/га на опытном поле площадью 10 га по сравнению с контрольным участком; положительные результаты применения органического ростового вещества получены при проращивании семян озимой пшеницы, овса и маша, которые планируется использовать в качестве пищевых добавок для цыплят [5, 6, 10, 11].

Известно большое количество биостимуляторов и растительных ростовых составов, в частности, биостимуляторы: гуминовые кислоты; экстракты макро- и микроводорослей; гидролизат белка люцерны; аминокислоты отдельно или в сочетании с цинком; витамины группы В; хитозан и коммерческий продукт, содержащий кремний; экстракт макроводорослей — эффективен для стимуляции потенциала роста



деревьев в оба года, о чем свидетельствует значительно большая площадь листьев (+20 % по сравнению с контролем), а также более высокое содержание хлорофилла и скорость фотосинтеза листьев [12-14]. Обработка экстрактом макроморских водорослей, витаминами группы В и гидролизатом белка люцерны позволила улучшить интенсивность и продолжительность красной окраски яблок при сборе урожая. Соответственно, содержание антоцианов в кожуре яблок, обработанных теми же биостимуляторами, оказалось значительно выше, чем в контроле, что подчеркивает потенциальное влияние этих веществ на синтез вторичных метаболитов в яблоках [14].

Стимуляторами роста также могут считаться и живые бактерии, выделяющие полезные вещества. Так, цитокинин необходим для инициации клубеньков азотфиксации люцерны, вызываемых ризобиями, и для замедления старения листьев, вызванного засушливым стрессом; было обнаружено, что некоторые свободноживущие ризобии продуцируют цитокинин. В исследовании объединены два штамма *Sinorhizobium*, избыточно продуцирующих цитокинин. После сильного засушливого стресса большинство растений люцерны, инокулированных этими штаммами, выжили, а нитрогеназная активность в корневых клубеньках не претерпела изменений [15].

Рострегулятором может служить и наногумус, полученный из лигнина. Для исследования его влияния использовали люцерну (*Medicago sativa* L.). Положительное влияние гуминового продукта на свойства почвы и рост люцерны в полевых условиях проявилось через 2 года применения. Однократное применение в начале каждого вегетационного периода давало лучшие результаты, чем разделенное на два применения. Однократное внесение наногумуса значительно увеличило доступный в почве фосфор — на 63% и калий — на 96% по сравнению с контролем; он значительно увеличил общую биомассу люцерны — на 749% [16].

Для селекционеров люцерны важным фактором является срок начала ее цветения. Раннецветущая люцерна генотипа 80 и поздноцветущая люцерна генотипа 195 охарактеризованы по фенотипу цветения. Анализ показал, что более низкое содержание жасмоната — гормона, регулирующего рост и развитие растений в новых листьях и подавление генов его биосинтеза, может играть существенную роль в фенотипе раннего цветения. Комплексный фенотипический, физиологический и транскриптомный анализы показывают, что за фенотип раннего цветения у люцерны ответственны биосинтез гормонов

и сигнальные пути, гены, связанные с патогенозом, гены семейства сигнальных рецепторных киназ, гены вторичного метаболизма и гены путей деградации протеасом [17].

Целью исследований было изучение влияния применения органического ростового вещества на структуру урожая после предпосевной обработки семян люцерны сорта Бажена в условиях Центральной черноземной зоны Краснодарского края.

Материалы и методы исследований. Исследования соответствуют требованиям общепринятых методик [18, 19]. Объектом исследования является влияние ростового вещества на изменение структуры урожая люцерны. Предмет исследования — люцерна сорта Бажена и ростовое вещество Гривлаг [6].

Опыт заложен на территории опытного поля ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» 20.04.2022 г. на участке общей площадью 100 м² (опытный участок — 50 м², контрольный участок — 50 м²). Высеивалась люцерна синегибридной сорта Бажена (*Medicago varia Martin*) (патентообладатель и оригинатор ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», включен в реестр селекционных достижений РФ с 2019 г.).

Характеристика растений: высота — 130-140 см, кусты полу- и прямостоячей формы, кустистость средняя — 4550 стеблей, стебли толстые, средней густоты, слабоопушенные, без воскового налета. Облиственность выше средней, равномерная (49-55 %), масса 1000 семян — 1,8-2,2 г. Средний период от весеннего отрастания до полной спелости семян — 112-114 дней, от I укоса до полной спелости семян — 76-78 дней. Корневая система мощная стержнеобразованная, зимостойкость высокая. Потенциальная урожайность кормовой массы в условиях богары — 970 ц/га, семян — 4,9 ц/га. Содержание белка — 22%, клетчатки — 32%. Прирост весной и после черенкования хороший, приспособлен к частому скашиванию, образует до 5 черенков. Сорт устойчив к основным болезням, полеганию и вымерзанию [20].

Норма высева люцерны в опыте составляла 2 г/м², опытные семена за 24 часа до посева обрабатывались водным раствором ростового вещества Гривлаг (GVG) в концентрации 0,02 мл Гривлага на 1 л воды. Опрыскивание семян раствором проводилось из ручного прибора для распыления жидкостей на мелкие капли (пульверизатором), затем эти семена, распределенные максимально тонко по бумаге, укрывались плотной льняной тканью и оставались в таком состоянии при комнатной температуре (19-20°C) 24 часа. Семена в контрольном варианте

обрабатывались чистой водой из пульверизатора в таком же объеме. За 24 часа влагу на поверхности семян люцерны частично вобрало в себя семя, а другая ее часть испарилась в воздух, поэтому семена на ощупь были сухими. Высеивались семена вручную, сплошным севом, глубина заделки семян составляла 1,5-2 см.

Почвы представлены черноземом выщелоченным слабогумусным тяжелосуглинистым мощным с pH = 7,06 (водная вытяжка), с содержанием подвижного фосфора 33,7 мг/кг, подвижного калия — 323 мг/кг, аммонийного и нитратного азота в сумме — 19 мг/кг и гумуса — 3,16% в пахотном горизонте.

В третьей декаде апреля наблюдались дожди, поэтому массовые всходы люцерны отмечены 02.05.2022 г. Первый отбор растений люцерны производился 25 июня 2022 г. в фазе единичного цветения люцерны. Второй отбор — 29 июля, также в фазе единичного цветения, и в этой же фазе — 26 августа. Отбор проводился следующим образом: с контрольной и опытной деланок в случайном порядке срезалось по 30 стеблей люцерны на высоте 10 см от уровня почвы. Далее зеленая масса разбиралась на листья, стебли и соцветия (структура урожая) и по отдельности взвешивалась, длину каждого стебля индивидуально измеряли, затем все данные (по трем укосам) статистически обрабатывались по методике Б.А. Доспехова [18].

Результаты исследований. Данные по структуре урожая за три укоса люцерны синегибридной сорта Бажена первого года роста представлены в таблице 1.

Наибольшая общая масса (66,6 г), масса листьев (26,75 г), стеблей (33,35 г) и соцветий (6,50 г) была во втором укосе первого года жизни растений. Наименьшая по всем показателям масса была отмечена в первом укосе первого года жизни (общая масса — 49,15 г, масса листьев — 18,90 г, стеблей — 29,65 г и соцветий — 0,60 г). Наибольший процент листьев от общей массы растений был также во втором укосе (40,17%), наибольший процент массы стеблей от общей наблюдался в первом укосе (60,33%). Структура урожая люцерны с опытной деланки представлена в таблице 2.

В опытном варианте так же, как и в контрольном общая масса преобладала во втором укосе (78,65 г). Масса листьев (26,95 г), стеблей (41,10 г) и соцветий (10,60 г) значительно превышала массу этих частей растений во втором укосе по сравнению с первым и третьим. Сумма листьев с 30 случайных растений во втором укосе контрольной и опытной деланки в качестве примера представлена на рисунке 1.

Таблица 1. Структура урожая люцерны Бажена первого года роста без предпосевной обработки семян
Table 1. The structure of the harvest of Bazhena alfalfa of the first year of growth without pre-sowing seed treatment

| Укос № | Масса общая, г | Масса листьев, г | Масса стеблей, г | Масса соцветий, г | % массы листьев от общей | % массы стеблей от общей | % массы соцветий от общей |
|--------|----------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1 | 49,15 | 18,90 | 29,65 | 0,60 | 38,45 | 60,33 | 1,22 |
| 2 | 66,6 | 26,75 | 33,35 | 6,50 | 40,17 | 50,08 | 9,76 |
| 3 | 54,25 | 19,30 | 30,45 | 4,50 | 35,58 | 56,13 | 8,29 |

Таблица 2. Структура урожая люцерны Бажена первого года жизни, обработанной ростовым веществом Гривлаг
Table 2. The structure of the harvest of Bazhen alfalfa of the first year of life, treated with Grivlag growth substance

| Укос № | Масса общая, г | Масса листьев, г | Масса стеблей, г | Масса соцветий, г | % массы листьев от общей | % массы стеблей от общей | % массы соцветий от общей |
|--------|----------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1 | 53,9 | 20,10 | 32,55 | 1,25 | 37,29 | 60,39 | 2,32 |
| 2 | 78,65 | 26,95 | 41,10 | 10,60 | 34,27 | 52,26 | 13,48 |
| 3 | 57,90 | 21,70 | 33,00 | 3,20 | 37,48 | 56,99 | 5,53 |





Рисунок 1. Масса листьев люцерны сорта Бажена первого года роста во втором укосе
Figure 1. The weight of leaves of alfalfa of Bazhena variety of the first year of growth in the second cut

В таблице 3 приведена статистическая обработка структуры урожая по трем укосам люцерны сорта Бажена первого года роста.

При статистической обработке полученных по трем укосам данным о структуре урожая получены недостоверные результаты, однако люцерна является многолетней кормовой культурой, изучать структуру урожая которой необходимо в течение трех лет. По предварительным данным можно отметить, что увеличение общей массы надземной части растений люцерны получено по всем укосам в опытном варианте — 63,48 г, что на 12,0% больше, чем в контрольном (56,67%). При определении отдельных частей растений эта тенденция повторялась; масса листьев в опытном варианте (22,92 г) на 5,87% больше, чем в контрольном (21,65 г), масса стеблей в опыте (35,55 г) превышала массу в контроле (31,15 г) на 14,12%. Увеличение массы стеблей в кормопроизводстве является отрицательным фактором, так как стебель — это неперевариваемая клетчатка — лигнин, содержание которой в корме приводит к ухудшению качества основного корма (сена или сенажа); с увеличением общей массы растения, пропорциональное увеличение массы стеблей — явление закономерное, учитывая, что масса листьев при этом также увеличивалась.

На рисунке 2 представлена структура урожая первого года роста со второго укоса.

Начало цветения в опыте и контроле происходило, судя по массе соцветий, неодинаково; растения, обработанные органическим ростовым веществом, начинали зацветать раньше растений на контрольном участке; цветы на опытных растениях были больше размером и имели более яркий цвет; обработка растений органическим ростовым веществом [6] способствовала ускорению фазы развития (рис. 3).

Опытами установлено: масса соцветий в опыте — 5,02 г и в контроле — 3,87 г, что на 22,9% меньше, чем у растений, обработанных органическим ростовым веществом [6].

Выводы. В качестве основных выводов по работе можно отметить следующие положения.

1. Проведены полевые опыты по исследованию влияния нового органического ростового вещества, состоящего из натриевых солей нафтенных (жирных) кислот, рапсового масла и воды, при предпосевной обработке семян люцерны сорта Бажена.

Таблица 3. Сравнение средних значений структуры урожая по трем укосам за первый год роста люцерны в зависимости от обработки семян ростовым веществом Гривлаг
Table 3. Comparison of average values of the yield structure for three cuts for the first year of alfalfa growth, depending on the treatment of seeds with the Grivlag growth substance

| Вариант | Масса общая, г | Масса листьев, г | Масса стеблей, г | Масса соцветий, г |
|---|----------------|------------------|------------------|-------------------|
| Контроль (без обработки) | 56,67 ± 5,18 | 21,65 ± 2,55 | 31,15 ± 1,12 | 3,87 ± 1,73 |
| Опыт (с припосевной обработкой семян Гривлагом) | 63,48 ± 7,67 | 22,92 ± 2,07 | 35,55 ± 2,78 | 5,02 ± 2,85 |



Рисунок 2. Структура урожая люцерны сорта Бажена первого года роста во втором укосе
Figure 2. The structure of the yield of alfalfa of Bazhena variety of the first year of growth in the second cut



Рисунок 3. Масса опытных (справа) и контрольных (слева) цветков люцерны сорта Бажена первого года роста при втором укосе
Figure 3. The weight of experimental (right) and control (left) flowers of alfalfa of Bazhena variety of the first year of growth at the second cut

2. Опытами установлено изменение структуры урожая люцерны в зависимости от результатов предпосевной обработки семян: во-первых, в среднем по трем укосам получено увеличение на 5,02% массы листьев люцерны; во-вторых, получено увеличение общей массы стеблей растений на 14,12% и, наконец, на опытном участке получено ускорение наступления фазы цветения люцерны и увеличение числа соцветий (цветков) растений по сравнению с контролем.

Список источников

1. Фисинин В.И. Стратегия эффективного развития отрасли и научных исследований по птицеводству // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2002. № 1. С. 56-58.
2. Володин А.Б., Капустин С.И., Колодкин А.В. Эффективность использования однолетних яровых кормовых

культур в Ставропольском крае // Бюллетень Ставропольского НИИСХ. 2015. № 7. С. 40-46.

3. Жукова М.П., Володин А.Б., Капустин С.И. и др. Комплексная оценка новых сортов суданской травы и сорго-суданских гибридов // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 3 (27). С. 33-37.

4. Капустин С.И., Володин А.Б., Колодкин А.В. Суданская трава как основа кормовой базы на юге России // Бюллетень Ставропольского НИИСХ. 2020. № 7. С. 40-46.

5. Морозова О. Домашняя птица: куры, гуси, утки, индейки, цесарки, перепела и голуби. М.: АСТ, 1999. 410 с.

6. Григулецкий В.Г., Ивакин Р.А., Ивакина Ю.В. Органическое ростовое вещество // Патент РФ № 2713902. Опубликовано 10.02.2020 г. Бюллетень № 4.

7. Григулецкий В.Г., Ариничева И.В., Жилина М.В. Оценка влияния различных доз микроудобрений на развитие корневой системы риса // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (75). С. 72-77.



8. Григулецкий В.Г. Эффективность применения энергизированных удобрений (GVG) на посевах ярового ячменя Вакула в Краснодарском крае // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. Т. 61. № 5 (365). С. 35-38.

9. Григулецкий В.Г. Эффективность применения новых комплексных удобрений (GVG) при посевах озимой пшеницы Бригада на малогумусных слабощелочных почвах северо-востока Краснодарского края // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. Т. 61. № 6 (366). С. 63-67.

10. Григулецкий В.Г., Зеленский А.Г., Зеленский Г.Л. Эффективность применения нового комплексного органического ростового вещества (GVG) при посевах риса на малогумусных почвах лессовидных глин и тяжелых суглинков Прикубанской впадины // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Т. 63. № 2 (374). С. 48-52.

11. Скамарохова А.С., Власов А.Б., Юрин Д.А. и др. Эффективность применения нового ростового вещества (GVG) при проращивании озимой пшеницы, овса и маша // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. Т. 65. № 4 (388). С. 402-405.

12. Ригер А.Н., Горковенко Л.Г., Бедило Н.А., Осецкий С.И. Продуктивность и питательная ценность новых сортов люцерны // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2016. Т. 5. № 1. С. 110-114.

13. Бедило Н.А. Продуктивность, кормовая ценность и симбиотическая активность видов бобовых трав и их травосмесей на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2016.

14. Soppelsa, S. et al. (2018). Use of Biostimulants for Organic Apple Production: Effects on Tree Growth, Yield, and Fruit Quality at Harvest and During Storage. *Front Plant Sci.*, no. 20 (9), p. 1342. doi: 10.3389/fpls.2018.01342

15. Xu, J. et al. (2012). Effects of engineered *Sinorhizobium meliloti* on cytokinin synthesis and tolerance of alfalfa to extreme drought stress. *Appl Environ Microbiol.*, no. 78 (22), pp. 8056-8061. doi: 10.1128/AEM.01276-12

16. Zhao, Y. et al. (2022). Application timing optimization of lignite-derived humic substances for three agricultural plant species and soil fertility. *J Environ Qual.*, no. 51 (5), pp. 1035-1043. doi: 10.1002/jeq2.20393

17. Ma, D. et al. (2021). Identification and characterization of regulatory pathways involved in early flowering in the new leaves of alfalfa (*Medicago sativa* L.) by transcriptome analysis. *BMC Plant Biol.*, no. 21 (1), p. 8. doi: 10.1186/s12870-020-02775-9

18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. М.: Альянс, 2014. 351 с.

19. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов имени В.П.Вильямса. М., 1987. С. 17-25.

20. Романенко А.А., Беспалова Л.А., Лавренчук Н.Ф., Колесников Ф.А., Кудряшов И.Н. и др. Сорта и гибриды: каталог. Краснодар, 2019.

References

1. Fisinin, V.I. (2002). Strategiya ehffektivnogo razvitiya otrasli i nauchnykh issledovaniy po ptitsevodstvu [Strategy for the effective development of the industry and scientific research on poultry farming]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Bulletin of the Russian academy of agricultural sciences], no. 1, pp. 56-58.

2. Volodin, A.B., Kapustin, S.I., Kolodkin, A.V. (2015). Ehffektivnost' ispol'zovaniya odnoletnikh yarovykh kormovykh kul'tur v Stavropol'skom krae [Efficiency of using annual spring fodder crops in the Stavropol region]. *Byulleten' Stavropol'skogo NIISKH*, no. 7, pp. 40-46.

3. Zhukova, M.P., Volodin, A.B., Kapustin, S.I. i dr. (2017). Kompleksnaya otsenka novykh sortov sudanskoi travy i sorgo-sudankovykh gibridov [Comprehensive assessment of new varieties of Sudanese grass and sorghum-sudanese hybrids] *Vestnik APK Stavropol'ya* [Agricultural bulletin of Stavropol region], no. 3 (27), pp. 33-37.

4. Kapustin, S.I., Volodin, A.B., Kolodkin, A.V. (2020). Sudanskaya trava kak osnova kormovoy bazy na yuge Rossii [Sudanese grass as the basis of the forage base in the south of Russia]. *Byulleten' Stavropol'skogo NIISKH*, no. 7, pp. 40-46.

5. Morozova, O. (1999). *Domashnyaya ptitsa: kury, gusi, utki, indeiki, tsesarki, perepela i golubi* [Poultry: chickens, geese, ducks, turkeys, guinea fowls, quails and pigeons], Moscow, AST Publ., 410 p.

6. Griguletskii, V.G., Ivakin, R.A., Ivakina, Yu.V. (2020). Organicheskoe rastovoe veshchestvo [Organic growth substance]. *Patent RF № 2713902. Opublikovano 10.02.2020 g. Byulleten' № 4* [Patent RF No. 2713902. Published on February 10, 2020, Bulletin No. 4].

7. Griguletskii, V.G., Arinicheva, I.V., Zhilina, M.V. (2018). Otsenka vliyaniya razlichnykh doz mikroudobrenii na razvitiye kornevoi sistemy risa [Evaluation of the influence of various doses of microfertilizers on the development of the rice root system]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 6 (75), pp. 72-77.

8. Griguletskii, V.G. (2018). Ehffektivnost' primeneniya ehnergizirovannykh udobrenii (GVG) na posevakh yarovogo yachmenya Vakula v Krasnodarskom krae [Efficiency of application of energized fertilizers (GVG) on crops of spring barley Vakula in the Krasnodar Territory]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 61, no. 5 (365), pp. 35-38.

9. Griguletskii, V.G. (2018). Ehffektivnost' primeneniya novykh kompleksnykh udobrenii (GVG) pri posevakh ozimoi pshenitsy Brigada na malogumusnykh slaboshchelochnykh pochvakh severo-vostoka Krasnodarskogo kraia [The effectiveness of the use of new complex fertilizers (GVG) in winter wheat crops Brigada on low-humus slightly alkaline soils of the north-east of the Krasnodar Territory]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 61, no. 6 (366), pp. 63-67.

10. Griguletskii, V.G., Zelenskii, A.G., Zelenskii, G.L. (2020). Ehffektivnost' primeneniya novogo kompleksnogo organicheskogo rastovogo veshchestva (GVG) pri posevakh risa na malogumusnykh pochvakh lessovidnykh glin

i tyazhelykh suglinkov Prikubanskoj vpadiny [Efficiency of application of a new complex organic growth substance (GVG) in rice crops on low-humus soils of loess-like clays and heavy loams of the Kuban depression]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 63, no. 2 (374), pp. 48-52.

11. Skamarokhova, A.S., Vlasov, A.B., Yurin, D.A. i dr. (2022). Ehffektivnost' primeneniya novogo rastovogo veshchestva (GVG) pri prorashchivaniy ozimoi pshenitsy, ovsy i masha [The effectiveness of the use of a new growth substance (GVG) in the germination of winter wheat, oats and mung beans]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 65, no. 4 (388), pp. 402-405.

12. Riger, A.N., Gorkovenko, L.G., Bedilo, N.A., Osetskii, S.I. (2016). Produktivnost' i pitatel'naya tsenkost' novykh sortov lyutserny [Productivity and nutritional value of new varieties of alfalfa]. *Sbornik nauchnykh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhitivotnovodstva*, vol. 5, no. 1, pp. 110-114.

13. Bedilo, N.A. (2016). *Produktivnost', kormovaya tsenkost' i simbioticheskaya aktivnost' vidov bobovykh trav i ikh travosmesei na chernozeme vyshchelochennom Zapadnogo Predkavkaz'ya* [Productivity, nutritional value and symbiotic activity of leguminous grass species and their grass mixtures on leached chernozem of the Western Ciscaucasia]. *Cand. agricultural sci. diss. Abstr. Krasnodar, Kuban State Agrarian University*.

14. Soppelsa, S. et al. (2018). Use of Biostimulants for Organic Apple Production: Effects on Tree Growth, Yield, and Fruit Quality at Harvest and During Storage. *Front Plant Sci.*, no. 20 (9), p. 1342. doi: 10.3389/fpls.2018.01342

15. Xu, J. et al. (2012). Effects of engineered *Sinorhizobium meliloti* on cytokinin synthesis and tolerance of alfalfa to extreme drought stress. *Appl Environ Microbiol.*, no. 78 (22), pp. 8056-8061. doi: 10.1128/AEM.01276-12

16. Zhao, Y. et al. (2022). Application timing optimization of lignite-derived humic substances for three agricultural plant species and soil fertility. *J Environ Qual.*, no. 51 (5), pp. 1035-1043. doi: 10.1002/jeq2.20393

17. Ma, D. et al. (2021). Identification and characterization of regulatory pathways involved in early flowering in the new leaves of alfalfa (*Medicago sativa* L.) by transcriptome analysis. *BMC Plant Biol.*, no. 21 (1), p. 8. doi: 10.1186/s12870-020-02775-9

18. Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshikh sel'skokhozyaystvennykh uchebnykh zavedenii* [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher agricultural educational institutions]. Moscow, Al'yans Publ., 351 p.

19. VNIИ kormov named after V.R. Williams (1987). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami* [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow, pp. 17-25.

20. Romanenko, A.A., Bespalova, L.A., Lavrenchuk, N.F., Kolesnikov, F.A., Kudryashov, I.N. i dr. (2019). *Sorta i gibridy: katalog* [Varieties and hybrids: catalog]. Krasnodar.

Информация об авторах:

Скамарохова Александра Сергеевна, научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6821-429X>, rskamarokhov@mail.ru

Власов Артем Борисович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4828-8886>, vlasov.sir@yandex.ru

Юрин Денис Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель отдела технологии животноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1517-4858>, 4806144@mail.ru

Свистунов Андрей Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6180-7946>, skniig@yandex.ru

Григулецкий Владимир Георгиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики, gvg-tnc@mail.ru

Information about the authors:

Aleksandra S. Skamarokhova, researcher of the department of feeding and physiology of farm animals, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6821-429X>, rskamarokhov@mail.ru
Artem B. Vlasov, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of feeding and physiology of farm animals, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4828-8886>, vlasov.sir@yandex.ru

Denis A. Yurin, candidate of agricultural sciences, head of the department of livestock technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1517-4858>, 4806144@mail.ru

Andrey A. Svistunov, candidate of agricultural sciences, head of the department of feeding and physiology of farm animals, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6180-7946>, skniig@yandex.ru

Vladimir G. Griguletsky, doctor of technical sciences, professor, head of the department of higher mathematics, gvg-tnc@mail.ru

