

**АНДРЕЕВ**  
**Егор Константинович**

бакалавриат, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Россия),  
[e.andreev@petsu.ru](mailto:e.andreev@petsu.ru)

**КИРИМБАЕВА**  
**Диана Кинжегалеевна**

бакалавриат, Петрозаводский государственный Университет (Петрозаводск, Россия),  
[Rvfgggrfygf@gmail.com](mailto:Rvfgggrfygf@gmail.com)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОПОННОГО ЗЕЛЕННОГО КОРМА НА КОКОСОВОЙ КОЙРЕ ИЗ ОВСА ПОСЕВНОГО

### Научный руководитель:

Кузнецова Лариса  
Анатольевна

### Рецензент:

Петрова Ксения Андреевна

Статья поступила: 11.09.2024;

Принята к публикации: 15.10.2024;

Размещена в сети: 15.10.2024.

**Аннотация.** В данной работе описывается эксперимент по определению оптимальных климатических условий для производства гидропонного зеленого корма на кокосовой койре из овса посевного. Эксперимент проводился в 9 вариантах (3 световые зоны и 3 температурные зоны). Полученные данные были обработаны с помощью двухфакторного дисперсионного анализа. В результате исследования выяснено, что оптимальными показателями климата являются: продолжительность светового дня - 12 часов и температура окружающего воздуха - 20-25°C.

**Ключевые слова:** гидропонный зелёный корм, кокосовая койра, климатические условия, овёс посевной

**Благодарности.** Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках проекта «Разработка технологии производства гидропонного зелёного корма для сельскохозяйственных животных с использованием кокосовой койры», поддержанного в рамках конкурса «УМНИК-2022», финансируемого Фондом Содействия Инновациям по Договору (Соглашению) № 18840ГУ/2023 от 28 сентября 2023 г.

**Для цитирования:** Андреев Е. К., Киримбаева Д. К. Определение климатических условий для производства гидропонного зеленого корма на кокосовой койре из овса посевного // StudArctic Forum. 2024. Т. 9, № 3. С. 109–117.

Одним из видов кормов, употребляемых сельскохозяйственными животными, является зелёный корм, который представляет собой надземную массу кормовых культур, скармливаемых животным в свежем виде<sup>1</sup>. Однако в северных районах производство зелёных кормов осложнено рядом факторов [Кононов]:

- Неблагоприятные климатические условия [Иванов];
- Низкая урожайность кормовых культур [Гусаров];
- Непродолжительный период выращивания кормовых культур [Кириллов].

Таким образом, одним из перспективных кормовых средств для северных регионов является гидропонный зелёный корм (далее – ГЗК), производство которого не зависит от неблагоприятных факторов среды, а значит, возможна организация круглогодичного производства. Данный корм является полотном из пророщенных семян злаковых или

бобовых культур<sup>2</sup>, однако способы производства ГЗК, наиболее часто применяемые на данный момент, имеют существенный недостаток – пониженное содержание клетчатки<sup>3</sup>, необходимой для нормального процесса пищеварения сельскохозяйственных животных [Ганущенко: 19-21]. Данная проблема может быть решена при помощи использования при производстве гидропонного зелёного корма кокосовой койры. Кокосовая койра представляет собой полотно, сплетённое из межплодника перинария кокосовой пальмы (*Cocos nucifera*).

В результате обзора литературных источников выяснено, что ранее не проводились работы по определению оптимальных для производства гидропонного зелёного корма климатических показателей, а именно – длительности светового дня и температуры окружающего воздуха. Стоит отметить, что данные факторы имеют большое значение в экономической составляющей производимого гидропонного зелёного корма, так как они влияют на себестоимость продукции, её качество и длину производственного цикла. Поэтому проведение данного исследования по выявлению оптимальных климатических показателей для производства ГЗК является актуальным для кормовой промышленности. Целью данного исследования является выявление оптимальных климатических показателей для производства ГЗК. Для достижения цели исследования необходимо решить следующие задачи: определить оптимальную длину светового дня и оптимальную температуру окружающей среды при производстве ГЗК.

В качестве объекта исследования был выбран гидропонный зелёный корм на кокосовой койре из овса посевного (*Avena sativa*). Данная культура была выбрана для исследования, так как овёс посевной имеет большую экологическую валентность, а значит он обладает широкой нормой реакции, в результате чего возникают различные фенотипы овса посевного в разных условиях среды. В данном исследовании применялся семенной материал овса посевного сорта Яков. Данный сорт имеет крупную зерновку (масса 1000 семян – 34-42 г), содержание белка в которых находится в пределах 11,9-12,8 %<sup>4</sup>.

Вариабельными факторами в исследовании являлись длина светового дня и температура окружающего воздуха. Исследование проводилось в четырёхкратной повторности.

Вариации длины светового дня, используемые при проведении исследования:

- 10 часов;
- 12 часов;
- 14 часов.

Вариации температуры окружающего воздуха, используемые при проведении исследования:

- 15-20°C;
- 20-25°C;
- 25-30°C.

Таким образом в результате комбинирования данных факторов определено 9 различных вариантов, представленных в таблице. Контролем служили традиционные условия выращивания (вар. 5) – температура окружающего воздуха в диапазоне 20-25°C и продолжительность светового дня 12 часов.

Выращивание гидропонных зелёных кормов на кокосовой койре проходило с использованием лотков, площадь которых составляла 81 см<sup>2</sup>. Лотки предварительно были подвергнуты спиртовой обработке для дезинфекции [Ходунова]. Полотна из кокосовой койры, применяемые в качестве субстрата, для полного пропитывания влагой были замочены в воде комнатной температуры на 10 минут.

**Схема опыта по определению климатических условий для выращивания гидропонных зелёных кормов на кокосовой койре**

Климатическое условие	Температура окружающего воздуха: 15-20°C	Температура окружающего воздуха: 20-25°C	Температура окружающего воздуха: 25-30°C
Продолжительность светового дня 10 часов	Вариант 1	Вариант 4	Вариант 7
Продолжительность светового дня 12 часов	Вариант 2	Вариант 5	Вариант 8
Продолжительность светового дня 14 часов	Вариант 3	Вариант 6	Вариант 9

Для дезинфекции посевного материала семена овса были подвергнуты обработке 0,3 % водным раствором перманганата калия в течение 10 минут с последующим промыванием дистиллированной водой. Впоследствии, для повышения всхожести и энергии прорастания, семена были помещены в установку для барботирования на 4 часа [Пастухова]. Затем 16 г семян, прошедших предпосевную обработку, укладывали на пропитанную кокосовую койру в ранее подготовленный лоток.

Выращивание ГЗК проходило при освещении с интенсивностью светового потока в 4000 лм, при орошении семян овса применялась вода той же температуры, что и температура окружающего воздуха в варианте. Исследование проводили в климатической камере КС-200 (рис. 1). Процесс выращивания ГЗК на кокосовой койре происходил на протяжении 8 суток.

Для математической обработки результатов исследования применяли двухфакторный дисперсионный анализ.

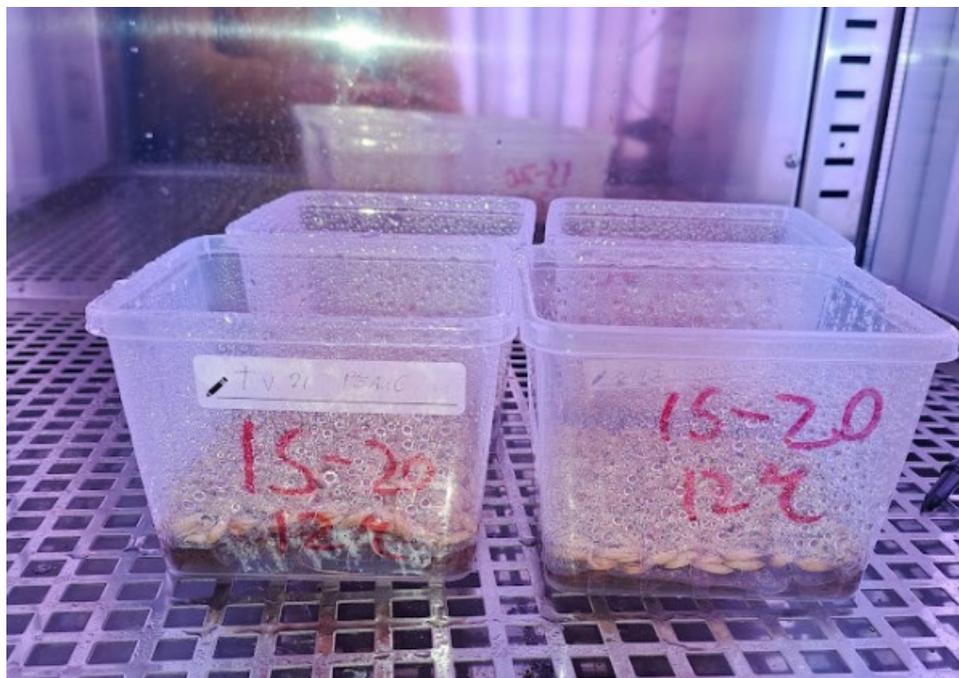


Рис. 1. Выращивание ГЗК в климатической камере КС-200 (вариант 2, температура воздуха: 15-20°C, световой день: 12 часов)

Для определения результатов исследования применялись такие показатели, как длина проростка, сухая масса и сырая масса, то есть масса свежего гидропонного зелёного корма на кокосовой койре до сушки. При взвешивании учитывалась масса проростков, остатков семян,

корневой системы и кокосовой койры. Взвешивание проводилось с помощью весов лабораторных 122ACF-1500.05 LCD «Accurate».

### Обсуждение результатов исследования

В результате исследования выяснено, что оптимальными показателями климата являются: продолжительность светового дня – 12 часов и температура окружающего воздуха – 20-25°C. Полученные результаты эксперимента представлены в виде графиков. Средние значения сырой массы вариантов представлены на рисунке 2. Средние значения сухой массы вариантов представлены на рисунке 3. Средние значения длины проростка вариантов представлены на рисунке 4.

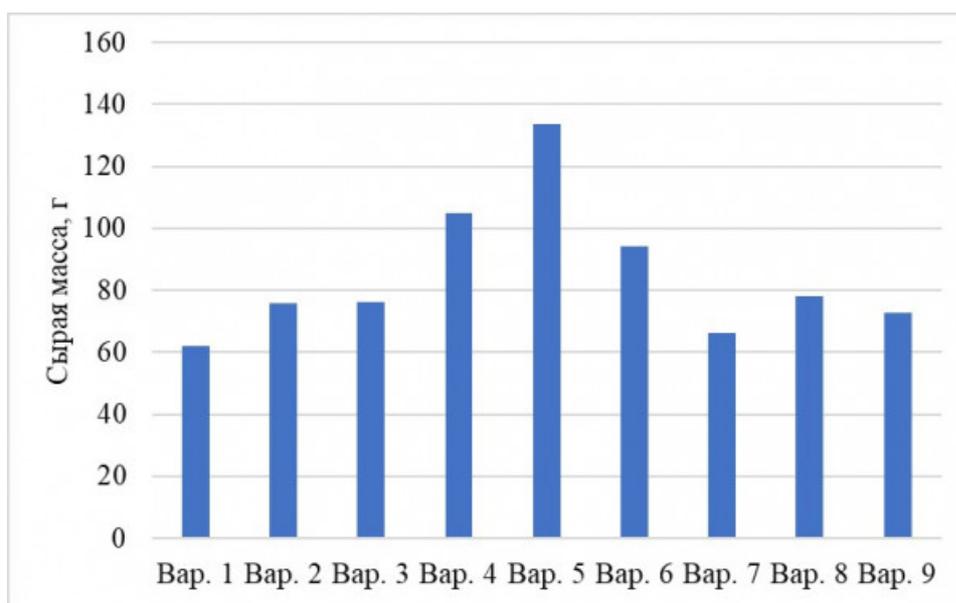


Рис. 2. Средние значения сырой массы вариантов

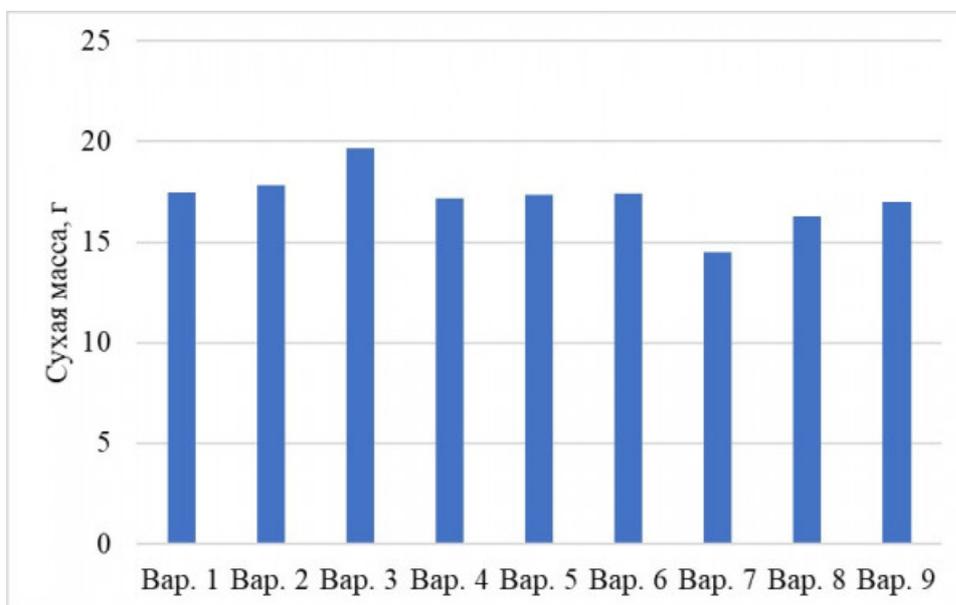


Рис. 3. Средние значения сухой массы вариантов

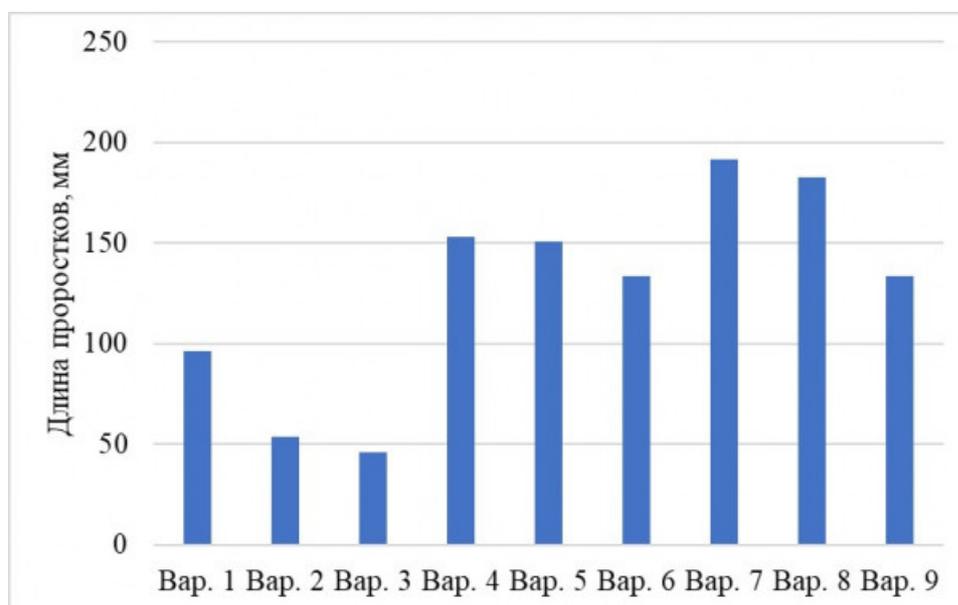


Рис. 4. Средние значения длины проростков вариантов

По показателю «Сухая масса» были выявлены статистически значимые отличия от контрольного варианта в условиях выращивания растений при температуре окружающего воздуха: 25-30°C и продолжительности светового дня 10 часов: сухая масса достоверно меньше контрольного варианта и варианте 3 (температура окружающего воздуха: 15-20°C, продолжительность светового дня 14 часов): сухая масса достоверно больше контрольного варианта (температура окружающего воздуха 15-20°C, длина светового дня – 12 часов). Таким образом, климатические условия оказывают значительное влияние как на снижение, так и на увеличение сухой массы.

При этом по такому показателю, как «Сырая масса» все опытные варианты показали результаты достоверно меньшие по сравнению с контрольным вариантом (температура воздуха: 20-25 °С, световой день: 12 часов).

Наиболее разнообразные результаты наблюдались при анализе данных по такому показателю, как «Длина проростка»:

1) Вариант 1 (температура окружающего воздуха: 15-20°C, продолжительность светового дня 10 часов), вариант 2 (температура окружающего воздуха: 15-20°C, продолжительность светового дня 12 часов) и вариант 3 (температура окружающего воздуха: 15-20°C, продолжительность светового дня 14 часов) показали результаты статистически меньшие по сравнению с контрольным вариантом, так как их выращивание проходило в условиях пониженных температур (температура окружающего воздуха 15-20°C), а значит, активность дыхания и других процессов жизнедеятельности семян была снижена, что окажет существенное влияние на кормовую ценность данного ГЗК на кокосовой койре, ведь трудноусвояемые животными запасные вещества эндосперма не перешли в легкодоступную форму. Внешний вид варианта 2, выращенного при температуре окружающего воздуха 15-20°C и продолжительности светового дня 12 часов, представлен на рисунке 5.

2) Вариант 3 (температура окружающего воздуха: 15-20°C, продолжительность светового дня 14 часов), вариант 6 (температура окружающего воздуха: 20-25°C, продолжительность светового дня 14 часов) и вариант 9 (температура окружающего воздуха: 25-30°C, продолжительность светового дня 14 часов) с продолжительным световым днём (длина светового дня – 14 часов) также имеют статистически меньшие значения по данному показателю в сравнении с контрольным вариантом (температура воздуха: 20-25 °С, длина светового дня – 12 часов). Данное явление обусловлено переизбытком света, вследствие чего проросток имел меньшую длину, следовательно, кормовая ценность таких ГЗК на косовой

койре будет более низкой по вышеуказанным причинам.



Рис. 5. Внешний вид варианта, выращенного при температуре окружающего воздуха 15-20 °С и продолжительности светового дня 12 часов

3) Вариант 7 (температура окружающего воздуха: 25-30°С, продолжительность светового дня 10 часов) и Вариант 8 (температура окружающего воздуха: 25-30°С, продолжительность светового дня 12 часов) выращенные в условиях повышенных температур, имели длину проростка статистически больше, чем у контрольного варианта (температура окружающего воздуха 15-20°С, длина светового дня – 12 часов). Такие результаты объясняются тем, что при данных температурах повышается активность дыхания и других биологических процессов в семенах, что привело к увеличенной длине проростка. Однако в случае с гидропонными зелёными кормами большая длина вегетативной части не является положительной характеристикой, так как при интенсивном увеличении длины проростка большая часть питательных веществ семени затрачивается на рост листа, что существенно снижает кормовую ценность данного корма. Внешний вид варианта 7, выращенного при температуре окружающего воздуха 25-30°С и продолжительности светового дня 10 часов, представлен на рисунке 6.



Рис. 6. Внешний вид варианта, выращенного при температуре окружающего воздуха 25-30 °С и продолжительности светового дня 10 часов

## **Выводы**

Принимая во внимание результаты, полученные в ходе анализа данных эксперимента,

мы сделали вывод: наилучшими для производства гидропонного зелёного корма на кокосовой койре являются климатические условия контрольного варианта (вариант 5), а именно: температура окружающего воздуха 20-25°C и длина светового дня 12 часов. Внешний вид контрольного варианта представлен на рисунке 7.



Рис. 7. Внешний вид контрольного варианта (температура воздуха: 20-25 °С, световой день: 12 часов)

Однако в процессе проведения исследования было выяснено, что у вариантов, выращенных при повышенных температурах (температура окружающего воздуха 25-30°C), прорастание семян проходило в меньшие сроки по сравнению с остальными вариантами, так как температура окружающей среды и скорость прорастания семян находятся в прямой зависимости [Хлебова: 22-37]. Поэтому предположительно оптимальным температурным режимом является такой режим, при котором до прорастания семян ГЗК находится в повышенной температурной зоне, а после в нормальной температурной зоне (температура окружающего воздуха 20-25°C). Данная схема производства ГЗК на кокосовой койре позволит уменьшить длину производственного цикла.

### Примечания

<sup>1</sup> ГОСТ Р 70178–2022 Корма гидропонные. Технические условия. Москва: РСТ, 2022. 6 с.

<sup>2</sup> ГОСТ Р 70178–2022 Корма гидропонные. Технические условия. Москва: РСТ, 2022. 6 с.

<sup>3</sup> Патент № 2618117 С Российская Федерация, МПК А23К 10/30. Способ производства витаминного зеленого корма: № 2016101866: заявл. 20.01.2016: опубл. 02.05.2017 / О.Г. Лоретц, К.П. Федоренко, А.Г. Кощаев, Г.А. Плутахин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет»; Патент № 2524538 С2 Российская Федерация, МПК А23К 1/00. Способ получения зеленого гидропонного корма: № 2012112762/13: заявл. 02.04.2012: опубл. 27.07.2014 / И.М. Осадченко, И.Ф. Горлов, О.В. Харченко [и др.]; заявитель Государственное научное учреждение «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук».

<sup>4</sup> Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «ГОССОРТКОМИССИЯ»). Реестр селекционных достижений. 2024. URL: <https://gossortrf.ru/registry> (дата обращения 29.02.2024).

### Список литературы

Гусаров И.В. Питательность и химический состав кормов, заготавливаемых в Вологодской области // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Материалы Международного конгресса по кормам, посвященного 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Москва, 21–24 июня 2022 года. Лобня: Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, 2022. Т. 28(76), ч. I. С. 158-165. DOI: 10.33814/МАК-2022-28-76-158-165.

Ганущенко О.Ф. Структурность кормосмесей для коров // Животноводство России . 2019. № 12. С. 59–61. DOI: 10.25701/ZZR.2019.59.24.020.

Иванов В.А. Сельское хозяйство Северных и Арктических территорий: предпосылки, условия и возможности развития / В.А. Иванов, Е.В. Иванова // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2017. № 2. С. 22–33.

Кириллов М.В. Сельское хозяйство Мурманской области. Состояние растениеводства и кормопроизводства // Современные научные исследования и разработки. 2017. № 6(14). С. 92-95.

Кононов О.Д. Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса Европейского Севера РФ / О.Д. Кононов, Л.А. Попова, И.Б. Юрьева // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. С. 28-29.

Пастухова А.М. Влияние барботирования на всхожесть семян сосны обыкновенной / А.М. Пастухова, А. Хертек // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2020. Т. 23. С. 85-87.

Хлебова Л.П. Оценка возможности сокращения периода покоя семян зерновых культур в регулируемых условиях выращивания / Л.П. Хлебова, А.А. Арзуманян // Acta Biologica Sibirica. 2015. № 1-2. С. 22-37.

Ходунова О.С. Влияние различных способов обработки на микробиологические показатели пророщенных семян овса / О.С. Ходунова, Л.А. Силантьева // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2017. № 1. С. 3-8.

## Biotechnologies

Egor K. ANDREEV

bachelor's degree, Petrozavodsk State University  
(Petrozavodsk, Russia),  
[e.andreev@petsu.ru](mailto:e.andreev@petsu.ru)

Diana K. KIRIMBAEVA

bachelor's degree, Petrozavodsk State University  
(Petrozavodsk, Russia),  
[Rvfggggrfygf@gmail.com](mailto:Rvfggggrfygf@gmail.com)

# DETERMINATION OF CLIMATIC CONDITIONS FOR HYDROPONIC GREEN FODDER PRODUCTION USING COMMON OAT AND COCONUT COIR

### Scientific adviser:

Larissa A. Kuznetsova

### Reviewer:

Ksenia A. Petrova

Paper submitted on: 09/11/2024;

Accepted on: 10/15/2024;

Published online on: 10/15/2024.

**Abstract.** This paper describes an experiment aimed at identifying the optimal climatic conditions for producing hydroponic green fodder from sown oats on coconut coir. The experiment was conducted across nine different combinations, incorporating three light zones and three temperature zones. The data collected were analyzed using two-factor analysis of variance. The findings indicate that the ideal climate parameters for this process are 12 hours of daylight and an ambient air temperature ranging from 20°C to 25°C.

**Keywords:** hydroponic green fodder, coconut coir, climatic conditions, common oat

**For citation:** Kirimbaeva, D. K. Determination of Climatic Conditions for Hydroponic Green Fodder Production Using Common Oat and Coconut Coir. *StudArctic Forum*. 2024, 9 (3): 109–117.

## References

Gusarov I.V. Nutritional value and chemical composition of fodders harvested in the Vologda region. *Multifunctional adaptive fodder production: Proceedings of the International Congress on Forages commemorating the 100th anniversary of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Moscow, June 21-24, 2022*. Lobnya, Russian Academy of Personnel Support of the Agro–Industrial Complex, 2022, Vol. 28(76), part I, pp. 158-165. DOI: 10.33814/MAK-2022-28-76-158-165. (In Russ.)

Ganushchenko O.F. Degree of structure of feed mixes for cows. *Animal Husbandry of Russia*, 2019, No. 12, pp. 59-61. DOI: 10.25701/ZZR.2019.59.24.020. (In Russ.)

Ivanov V.A., Ivanova E.V. Agriculture of Northern and Arctic territories: prerequisites, conditions and possibilities of development. *Corporate Governance and Innovative Economic Development of the North. Bulletin of Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University*, 2017, No. 2, pp. 22-33. (In Russ.)

Kirillov M.V. Agriculture of the Murmansk region. The status of crop and forage production. *Modern Scientific Research and Development*, 2017, No. 6(14), pp. 92-95. (In Russ.)

Kononov O.D., Popova L.A., et al. Scientific support for the development of the agro-industrial complex of the European North of the Russian Federation. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 2013, No. 1, pp. 28-29. (In Russ.)

Pastukhova A.M., Hertek A. Influence of barbotation on the germination of scots pine seeds. *Fruit Growing, Seed Production, Introduction of Woody Plants*, 2020, Vol. 23, pp. 85-87. (In Russ.)

Khlebova L.P., Arzumanyan A.A. Studying the possibility of reducing the period of seed dormancy in crops under controlled growth conditions. *Acta Biologica Sibirica*, 2015, № 1-2, pp. 22-37. (In Russ.)

Khodunova O.S., Silantiyeva L.A. The effect of different processing methods on the microbiological parameters of germinated oat seeds. *Scientific Journal NRU ITMO. Series "Processes and Food Production Equipment"*, 2017, No. 1, pp. 3-8. (In Russ.)