

С. А. Броницкая

Уральский государственный аграрный университет

(г. Екатеринбург)

**ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РУККОЛЫ НА ГИДРОПОНИКЕ,
ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ.**

В статье представлена технология выращивания рукколы с использованием гидропонной установки с возможностью искусственного освещения. Изучен имеющийся научный опыт и подобраны оптимальные параметры для получения урожая. Получение данных свидетельствует о том, что для развития и роста растений требуется произвести подбор подходящего типа гидропонной станювки, грунта, а также индивидуальные режимы освещения и полива. Исследование выполнялось на кафедре «Овощеводства и плодоводства им. проф. Н. Ф. Коняева» ФГБОУ ВО Уральский ГАУ в ноябре 2023 года.

Ключевые слова: руккола, досвечивание, зеленные культуры, гидропонная установка, субстрат, типы гидропонных установок.

Софья Александровна Броницкая — преподаватель кафедры землеустройства Уральского государственного аграрного университета. 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42. E-mail:ledysona@mail.ru

**The Technology of Growing Arugula on Hydroponics,
the Selection of Optimal Parameters for Cultivation**

The article presents the technology of arugula cultivation using a hydroponic installation with the possibility of artificial lighting. The available scientific experience has been studied and the optimal parameters for harvesting have been selected. Obtaining data indicates that for the development and growth of plants, it is necessary to select the appropriate type of hydroponic formation, soil, as well

as individual lighting and watering modes. The research was carried out at the Department of “Vegetable and fruit growing named after Prof. N. F. Konyaeva” Federal State Budgetary Educational Institution of the Ural State Agrarian University in November 2023.

Keywords: arugula, additional illumination, green crops, hydroponic installation, substrate, types of hydroponic installations, substrate forms

Sofya Bronitskaya — lecturer of the Department of Land Management, Ural State Agrarian University, 620075, Russian Federation, Yekaterinburg, Karla Libkhmeta str., 42. E-mail:ledysona@mail.ru

Для цитирования

Броницкая С. А. Технология выращивания рукколы на гидропонике, подбор оптимальных параметров для выращивания // Аграрное образование и наука. 2024. № 2.

Культура индау посевной (руккола) (*Erucasativa* L.) — однолетние травянистое растение семейства Капустные (*Brassicaceae*), известна как быстрорастущая салатная и пряная культура. Мировая коллекция ВИР представлена 62 образцами рукколы из 25 стран мира [Железнова 2021: 43].

В условиях жаркого климата имеется возможность выращивать коммерчески привлекательную зелень рукколы в открытом грунте с апреля по октябрь. Климатические условия Свердловской области не позволяют выращивать рукколу круглогодично и возможные сроки выращивания данной культуры в открытом грунте значительно короче условий жаркого климата, что является экономически невыгодным для фермеров. Для получения качественной зеленой массы используют коррекцию параметров окружающей среды: влажность воздуха и почвы, температура воздуха, освещенность, используют питательные растворы для улучшения количества плодородия почвы. Свердловская область — промышленный регион, где в промышленных масштабах руккола может выращиваться в тепличных условиях, что позволяет с минимальными трудозатратами получать урожай или выращивать рассаду [Карпухин 2010: 102].

Экономически выгодным является использование гидропонных установок с возможностью корректировки подачи питательного раствора, позволяющих собирать несколько урожаев в год. В ходе выращивания зелени используются научно-обоснованные дозы удобрений, которые не оказывают негативного воздействия на почву и иные природные ресурсы. Исключается применение пестицидов и ядохимикатов. Технология является безопасной и не оказывает влияния на окружающую среду. Гидропоника позволяет получать качественную, экологически чистую продукцию в строго контролируемых условиях с эффективным использованием водосберегающих технологий, основанных на рециркуляции водных ресурсов. Гидропоника рационально использует пространство.

Культуры, выращенные на гидропонике, отличаются от почвенных растений большими темпами роста, ускоренной фазой цветения и плодоношения, что приводит к увеличению урожая и сокращению времени вегетации, что является преимуществом при расчёте экономической выгоды проекта. Таким образом, гидропонная установка является экономически эффективной моделью возделывания культур.

Для выращивания рукколы в условиях малообъемной гидропонике используются установки с методом периодического затопления. Полив в период досвечивания рекомендован каждые 3 часа, четырехкратный. Регулировочные краны необходимо установить таким образом, чтобы лотки всех уровней затоплялись с одинаковой скоростью на одну высоту. Длительность затопления подбирается так, чтобы высота затопления составляла 2–3 см от дна горшка. Минимально допустимая высота 1 см, а максимально допустимая – по край лотка. Системы выращивания интеллектуального типа значительно увеличивают урожайность и упрощают работу агронома, так как включают в себя автоматическую систему циркуляции питательного раствора, которая включает в себя таймер, который позволяет осуществлять полив в заданный промежуток времени, систему труб для подачи воды и насос, систему поддержания температуры, систему искусственного освещения, которая позволяет обеспечить достаточное количество света в рекомендованный для культур промежуток времени.

Выбор правильного субстрата позволяет получить качественный итоговый продукт. Для обеспечения хорошей всхожести субстрат для выращивания должен обладать хорошей пористостью, хорошей влагоудерживающей способностью, хорошим уровнем аэрации корней, быть свободным от тяжелых металлов и загрязняющих веществ, патогенных микроорганизмов, реакция среды должна быть в диапазоне от 5,5 до 6,5. Субстрат готовится путём смешивания четырёх компонентов: качественный верховой торф с оптимальным комплексом свойств (Klasmann), агроперлит, глиокладин, Алирин-Б.

Первый этап выращивания рукколы начинается с утрямывания торфяно-перлитного субстрата в пластиковые стаканчики и закладывания семян. Посев производится в стандартные салатные горшки после их заполнения субстратом, расстановки в стандартные кассеты на 40 ячеек и присыпания семян тонким слоем субстрата после посева. Общее правило: слой субстрата над семенами для семян меньше миллиметра в диаметре должен составлять 1–2 мм, для семян больше миллиметра — ХХ должен быть сопоставим с диаметром семени. Горшки после первого полива следует переставлять аккуратно.

Проверка всхожести производится путем закладки в горшок 20 семян, через неделю проверяется количество всходов. Желательно так засеять 2 или 3 горшка для улучшения надёжности измерений. Семена следует хранить в сухих условиях при температуре не выше 20 °С. В ходе опыта была изучена всхожесть 10 сортов рукколы: Покер, Рококо, Амаретто, Итальянская, Полиглот, Красотка, Кореянка, Рокет, Корсика, Диковина. Наилучшую всхожесть показал сорт Красотка (81%). Средние показатели всхожести показали следующие сорта: Корсика (72%), Покер (66%), Кореянка (66%), Рокет (64%), Полиглот (63%), Диковина (63%). Худшие показатели всхожести показали сорта: Амаретто (37%), Рококо (60%), Итальянская (60%).

Наблюдение за развитием растений проводится ежедневно. Любые операции по удалению каких-либо частей растения (сбор урожая, обрезка) следует производить ножницами либо бритвенно-острым ножом. В общем случае попытки оторвать любую часть растения травмируют его и создают пути для проникновения инфекций. Руки и инструмент следует стерилизовать настолько часто, насколько это возможно. Мониторинг состояния

растений на предмет наличия болезней и вредителей следует производить не реже одного раза в неделю. Погибшие, либо погибающие по каким-либо причинам растения, подлежат немедленному удалению из помещения. Любые операции по уходу и обработке следует начинать со здоровых растений и заканчивать больными. Помещение для выращивания должно содержать как можно меньше поверхностей, скапливающих грязь (например, ковровые покрытия) либо подверженных биологически обусловленному гниению (например, необработанное дерево). На все окна и прочие вентиляционные отверстия в тёплое время года необходимо установить мелкую антимоскитную сетку. Вход организуется по принципу шлюза: пришедший сотрудник сначала попадает в отсек-раздевалку, где снимает верхнюю одежду, надевает чистый халат и сменную обувь, моет или обрабатывает санитайзером руки, и только после этого попадает в помещение для выращивания. В переходах между помещениями следует положить дезковрики. Перед началом каждого цикла выращивания следует полностью продезинфицировать помещение и оборудование.

До момента появления всходов полив осуществляется только водой. Полив может производиться как подтоплением, так и постоянным поддержанием тонкого (до 5 мм) слоя воды в лотках с кассетами. Первое увлажнение субстрата следует производить после посева семян.

В ходе использования раствора значение его pH постепенно повышается. Рекомендуется понижать pH компонентом pH-. Если pH превышает 6,5 — раствор подлежит немедленной замене. Бюджетные модели pH-метров с одноточечной калибровкой следует калибровать по фосфатному буферу (pH 6,86) не реже, чем раз в неделю. Более продвинутые модели — проверять как минимум раз в две недели и калибровать при необходимости. Измерительную часть pH-метра и стаканчик для калибровочного раствора перед калибровкой необходимо ополоснуть дистиллированной водой. pH-электрод (стеклянный шарик) нельзя высушивать, он всегда должен оставаться увлажнённым: сразу после измерения необходимо надевать колпачок. Но в то же время нельзя и надолго оставлять прибор в жидкости — это приводит к его быстрой и необратимой деградации. Кондуктометр в бытовых

условиях проверяется по раствору поваренной соли: 1,000 грамм на литр дистиллированной воды (ЕС раствора 1980–2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

На сегодняшний момент при выращивании растений с использованием искусственного освещения в качестве источников света применяются лампы накаливания, металлогалогенные, флуоресцентные, светодиодные и газоразрядные лампы [Баклушина 2022: 24].

Скачок влажности воздуха после выключения светильников на ночь может существенно увеличить заболеваемость растений. Рекомендуется наличие циркуляции воздуха в помещении со скоростью 0,3–0,5 метра в секунду. Необходима циркуляция воздуха в гуще листвы растений; влажность воздуха следует измерять там же. При избыточной влажности увеличивается вероятность появления и развития заболеваний.

Рекомендуемый уровень CO_2 составляет 600–1000 PPM. Более низкие уровни (включая атмосферный в данную геологическую эпоху) вызывают углекислотное голодание, к которым относятся практически все зеленые культуры.

Свет является мощным источником энергии, влияющим на фотосинтез растений [Уэймаус 1977: 58]. Лучи синей части спектра излучения обеспечивают продуктивный фотосинтез, а красной части - регулируют скорость роста. Современные мощные светодиоды, применяемые при искусственном досвечивании растений, позволяют формировать оптимальные параметры в любой части спектра [Терещенко 2020: 153]. Техническим результатом является выработка оптимального баланса цветов светодиодов в светильниках для повышения урожайности, с учетом комфортности работы персонала [Бурняшев 2006: 25].

Обильное снабжение растений водой способствует высокому накоплению азота и калия. При низких концентрациях этих веществ и засухе руккола содержит наибольшее количество кальция. При оптимальном наличии азота и фосфора в почве происходит нормальное формирование розетки листьев. Недостаток азота вызывает огрубение листьев, растение вытягивается и преждевременно зацветает. Руккола относится к группе растений, незначительно обедняющих почву. Установлен вынос элементов (в г на 1 кг продукции): азот 17,6 гр.; калий 5,7 гр.; фосфор 6,1 гр.; кальций 3,5 гр. [Корнилова 2020: 243].

Интенсивность светового потока и его спектральный состав оказывает влияние на рост и развитие растений. Положительное влияние на рост рукколы оказывает интенсивное досвечивание растений на высоте 0,2–0,6 м от светодиодных светильников, дальнейшее увеличение расстояния оказывает негативное влияние на рост и угнетает растения [Давиденко 2005: 121].

Метод гидропоники постепенно набирает обороты у агропромышленного комплекса. Повышается спрос на гидропонику, увеличивается массовость рынка, удешевляется производство установок и снижается себестоимость данных установок. Появляются новые проекты гидропонных установок, позволяющие возделывать культуры более рационально, экономя площадь, издержки, снижая трудозатраты на изготовление установок, тем самым увеличивая готовую продукцию с наименьшими затратами.

Оптимальным типом гидропонной установки для выращивания рукколы является установка, в которой используется метод периодического затопления. Основные технические характеристики представлены в таблице 1.

Полив в период досвечивания каждые 3 часа, четырехкратный. Световой день 14 часов. Оптимальная температура для выращивания рукколы составляет 18–22 °С, критичный минимум около 5 °С, максимум 22 °С. Благоприятно сказывается понижение ночной температуры на 2–3 °С от дневной. Идеальная температура для проращивания семян составляет 22–26 °С. Оптимальная влажность воздуха внутри травостоя:

- 55–65% при температуре 20 °С;
- 60–70% при температуре 22 °С.

Таблица 1 — Основные технические характеристики

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Характеристика | 3-х ярусная установка |
| Габаритные размеры (Д × Ш × В) | 2120 × 700 × 2500 мм |
| Посевная площадь | 3,6 кв. м. |
| Тип осветительных приборов | LED с пассивным охлаждением |
| Цветовая температура | 3000 / 4000К |
| Потребляемая мощность | 0,48 кВт |
| Расход воды | 0,5 куб. м. / месяц |

Согласно исследованиям, наилучшие результаты руккола показывает на торфяном грунте и грунте с добавлением гидрогеля. На кокосовом торфе растения растут медленно, урожайность низкая, также необходимо отметить что растения при данном способе выращивания подвержены поражением плесени [Якушкина 2004: 464]. Установлено, что варианты опытов с применением влагосорбентов позволяют сократить сроки появления начальных и массовых всходов [Ткачева 2021: 36].

Список литературы:

1. *Баклушина О. А.* Вынос химических элементов из почвы при выращивании рукколы на темно - каштановых суглинках // Основы рационального природопользования: материалы VIII Национальной конференции с международным участием, 2022. С. 23–28.
2. *Бурняшев А.* Современные мощные светодиоды и их оптика // Современная электроника. 2006. № 1. С. 24–27.
3. *Давиденко Ю. Н.* Люминесцентные лампы. Санкт-Петербург: Наука и техника, 2005. 121 с.
4. *Железнова, К. О.* Разнообразие кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) и рукколы (*Erucasativa* L.) коллекции ВИР по пигментному составу // Ароматические и лекарственные растения: интродукция, селекция, агротехника, биологически активные вещества, влияние на человека: тезисы международной научно-практической конференции, 2021. С. 43.
5. *Карпухин М. Ю.* Овощеводам на заметку // Аграрный вестник Урала. 2010. № 12 (79).
6. *Корнилова Г. С.* Влияние светодиодного досвечивания на рост и развитие зеленых культур // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 2020. С. 242–245.
7. *Терещенко С. А.* Оценка сортов и подбор субстратов для получения качественной микрозелени индау посевного (*Erucasativa* L.) // Балтийский

морской форум: материалы VIII Международного Балтийского морского форума : в 6 т., 2020. С. 152–156.

8. *Ткачева Е. Д.* Преимущества использования суперфудов в качестве нетрадиционного сырья в различных продуктах питания // Молодежь и системная модернизация страны : сборник научных статей 6-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых в 3-х томах, 2021. С. 36–39.

9. *Уэймаус Д.* Газоразрядные лампы. М.: Энергия, 1977. 58 с.

10. *Якушкина Н. И.* Физиология растений. М.: Владос, 2004. 464 с.

References:

1. *Baklushina O. A.* Removal of chemical elements from the soil when growing arugula on dark chestnut loams // Fundamentals of rational nature management: proceedings of the VIII National Conference with international participation, 2022. pp. 23–28.

2. *Burnyashev A.* Modern high-power LEDs and their optics // Modern electronics. 2006. No. 1. pp. 24–27.

3. *Davidenko Yu. N.* Fluorescent lamps. St. Petersburg: Science and Technology, 2005. 121 p.

4. *Zheleznova, K. O.* Diversity of watercress (*Lepidium sativum* L.) and arugula (*Eruca sativa* L.) collections of VIR by pigment composition // Aromatic and medicinal plants: introduction, breeding, agrotechnics, biologically active substances, human impact: abstracts of the international scientific and practical conference, 2021. p. 43.

5. *Karpukhin M. Yu.* Vegetable growers for a note // Agrarian Bulletin of the Urals. 2010. № 12 (79).

6. *Kornilova G. S.* The influence of LED illumination on the growth and development of green crops // Youth science - development of the agro-industrial complex: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, 2020. pp. 242–245.

7. *Tereshchenko S. A.* Evaluation of varieties and selection of substrates for obtaining high-quality micrograin of indau seed (*Eruca sativa* L.) // Baltic Marine Forum: proceedings of the VIII International Baltic Marine Forum : in 6 volumes, 2020. pp. 152–156.

8. *Tkacheva E. D.* Advantages of using superfoods as non-traditional raw materials in various food products // Youth and systemic modernization of the country : collection of scientific articles of the 6th International Scientific Conference of Students and Young Scientists in 3 volumes, 2021. pp. 36–39.

9. *Waymaus D.* Gas discharge lamps. M.: Energiya, 1977. 58 p.

10. *Yakushkina N. I.* Plant physiology. M.: Vlados, 2004. 464 p.