

П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко, Н. М. Гулакова

## ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМАХ

P. N. Makarov, T. A. Makarova, Z. A. Samoilenko, N. M. Gulakova

### A TECHNOLOGY OF ESSENTIAL OIL CROPS GROWTH IN CLOSED SYSTEMS

**Аннотация.** В статье представлены результаты выращивания эфиромасличных культур в светокультуре гидропонным методом, этапы и агротехнические приемы конвейерного производства пряно-вкусовых растений, таких как укроп (сорт Goldkrone), петрушка (сорт Fidelio) и базилик (сорт LEMONA). Продукция растениеводства в северные районы Тюменской области, в связи со слабым развитием земледелия в регионе, поступает с юга России. Поэтому для обеспечения населения севера свежей продукцией круглый год необходимы эффективные технологии выращивания растений. Показано, что при выращивании растений в закрытой системе лучшие условия в светокультуре для эфиромасличных культур складываются при светодиодном освещении белыми диодами, световой поток которых составляет 8000 лм. Полив растений удобрением Фертика в сочетании с кальцинитом и режим полива (15 мин через каждые 24 ч) позволяют добиться высокой продуктивности и урожайности культивируемых растений. При одновременном конвейере производства укропа, петрушки и базилика необходимо поддерживать оптимальные параметры микроклимата: температура воздуха в помещении днем +23°C, температура раствора +20°C, влажность воздуха – не менее 60%. Разработанная методика позволяет круглогодично выращивать пряно-вкусовые растения в режиме 8–9 оборотов в год.

**Ключевые слова:** эфиромасличные культуры; гидропонный метод; светокультура; продуктивность; технология выращивания.

**Сведения об авторах:** Макаров Петр Николаевич, ORCID: 0000-0003-1002-9264, канд. биол. наук, Сургутский государственный университет, Сургут, Россия, pn7264@yandex.ru; Макарова Татьяна Анатольевна, ORCID: 0000-0001-6341-2801, канд. биол. наук, Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия, tatiana.makarowa2010@yandex.ru; Самойленко Зоя Анатольевна, ORCID: 0000-0003-2268-4987, канд. биол. наук, Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия, zoyasl@yandex.ru; Гулакова Наталья Михайловна, ORCID: 0000-0002-9254-9070, Сургутский государственный университет, Сургут, Россия, gulakova\_natalia@mail.ru.

**About the authors:** Makarov Petr Nikolaevich, ORCID: 0000-0003-1002-9264, Ph.D., Surgut State University, Surgut, Russia, pn7264@yandex.ru; Makarova Tatyana Anatolyevna, ORCID: 0000-0001-6341-2801, Ph.D., Surgut State University, Surgut, Russia, tatiana.makarowa2010@yandex.ru; Samoilenko Zoya Anatolyevna, ORCID: 0000-0003-2268-4987, Ph.D., Surgut State University, Surgut, Russia, zoyasl@yandex.ru; Gulakova Natalia Mikhailovna, ORCID: 0000-0002-9254-9070, Surgut State University, Surgut, Russia, gulakova\_natalia@mail.ru

#### Введение

Для обеспечения населения Ханты-Мансийского автономного округа круглый год собственной свежей, экологически чистой растениеводческой продукцией необходим поиск эффективных технологий выращивания растений в условиях северных территорий. Регион в силу своих особен-

ностей, суровых климатических условий, дефицита плодородных почв относится к зоне рискованного земледелия, где наиболее продуктивным является выращивание ценных пищевых продуктов питания (зеленных, эфиромасличных культур) методом малообъемной гидропоники в условиях светокультуры. Основными преимуществами метода, по сравнению с традиционными, являются: выращивание растений без почвы с применением искусственных субстратов различного происхождения; отсутствие патогенной почвенной микрофлоры и вредителей; использование малых площадей для непрерывного культивирования на севере овощных и лекарственных растений в широком ассортименте; возможность применения готовых долговечных гидропонных систем, многоспектральных светодиодных фитоламп, источников искусственного освещения; комплексных минеральных удобрений с учетом биологических особенностей культуры; возможность управления ростом и развитием растений на протяжении всего вегетационного периода; тщательный контроль качества готовой продукции [7; 10].

В мире существует несколько технологий выращивания эфиромасличных растений в условиях гидропоники. Обычно применяются системы глубоководных культур или система плавающей платформы (Deep Water Culture, DWC), техника питательного слоя (Nutrient Film Technique, NFT), техника глубинного потока (Deep Flow Technique, DFT), а также система подтопления (приливно-отливная Ebb and Flow) [13]. При сравнении выращивания базилика, салата и других листовых овощей на гидропонике методами DWT и NFT-систем, больший прирост продукции с единицы площади показали DWT-системы [14]. Тем не менее выбор типа гидропонной системы зависит от многих факторов, в том числе от сорта выращиваемой культуры и экономического фактора. Преимуществом системы подтопления является обеспечение отличной оксигенации корней. Подъем воды вытесняет отработанный воздух из корневой зоны, а понижение воды обеспечивает поступление нового свежего воздуха. Поэтому данный тип гидропоники очень популярен для выращивания зеленных культур.

Собственно, технологии культивирования растений этими методами в литературе имеют обобщающий характер, условия довольно сильно варьируют в зависимости от выбора культуры и сорта растений, субстрата, источников излучения и конструкции гидропонной установки [8]. При разработке конструкции малообъемной гидропонной установки производитель зачастую использует комплектующие и расходные материалы, исходя из экономической эффективности, поэтому в каждом конкретном случае требуется разработка технологии выращивания, адаптированной к данному инженерному решению.

В настоящее время в России активно проводятся работы по оптимизации режима освещения и питания растений для получения качественной витаминной зелени, разработке эффективных агротехнических приемов по снижению накопления нитратов и тяжелых металлов в реализуемой продукции [4]. Установлено, что искусственное освещение является одним из важных факторов для выращивания растений. Оптическое излучение позволяет регулировать его параметры: интенсивность освещения, продолжительность светового периода, спектральный состав, что влияет на фоторецепторы. Источниками излучения в светокультуре растений служат электрические лампы различных типов [9]. Необходимо, чтобы в их спектре были все участки видимого излучения с преобладанием красных, зеленых, синих и фиолетовых лучей, а также небольшая доля длинного ультрафиолетового и короткого инфракрасного света. Известно различное действие красного, синего или зеленого света на морфогенетические и метаболические процессы растений [2]. В растениях, выращенных под красным или синим светом, обнаруживаются изменения метаболизма углерода, происходящие уже за секундные экспозиции. При этом синий свет активирует включение CO<sub>2</sub> в аминокислоты и органические кислоты, а красный – в углеводы и в особенности в крахмал. Известно, что присутствие синего света в световом потоке предохраняет аппарат фотосинтеза от преждевременного старения, что благоприятно сказывается на биологическом и хозяйственном урожае [5]. Большое внимание уделяется качеству растениеводческой продукции, выращенной в закрытых системах, в том числе содержанию нитратов [1; 6; 11; 12; 14].

В связи с актуальностью проблемы для севера Тюменской области нами была проведена работа по разработке агротехники выращивания эфиромасличных культур гидропонным методом в условиях светокультуры. В задачи исследования входило изучение влияния спектрального состава света и режима питания на продуктивность растений; разработка агротехники выращивания растений в вертикальных установках гидропонным методом.

### Материалы и методы исследования

Исследования проводили в лаборатории Сургутского государственного университета на гидропонной установке с системой подтопления. Растения выращивали в несколько циклов, отличающихся освещением и режимом питания. Первый цикл: светодиодное освещение красными и синими диодами в соотношении 32:16, красный спектр – 625 нм, синий – 470 нм, световой поток около 2973 лм, полив основным комплексным удобрением с микроэлементами – Фертикеа Гидро (0,6 г/л) и кальциевой селитрой – Кальцинит (0,4 г/л); второй цикл: светодиодное освещение белыми диодами, световой поток около 8000 лм, режим питания как в первом цикле; третий цикл: светодиодное освещение красными, синими и белыми диодами (32:16:32), световой поток около 6573 лм, полив основным комплексным удобрением с микроэлементами, за 11 дней до срезки снижение концентрации удобрений в два раза (Фертикеа Гидро (0,3 г/л), Кальцинит (0,2 г/л)); четвертый цикл: светодиодное освещение белыми диодами, световой поток около 8000 лм, режим питания как в третьем цикле [3]. Для гидропонной системы применяли полностью растворимое в воде удобрение FERTICARE™ HYDRO и Yara Liva™ CALCINIT™ Нитрат кальция (Кальциевая селитра).

Объектами исследования являлись пряно-вкусовые растения – укроп (сорт Goldkrone), петрушка (сорт Fidelio) и базилик (сорт Lemona). Все сорта включены в Госреестр для выращивания в открытом и защищенном грунте. Укроп и петрушка относятся к растениям семейства Зонтичные, базилик – однолетнее травянистое растение семейства Яснотковые. Исследуемые культуры широко применяются в пищевой, консервной, ликеро-водочной, мыловаренной промышленности и в медицине.

Культивируемые растения отличаются своими сортовыми особенностями. Укроп сорта Goldkrone – стебель зеленый, длинный, среднего диаметра, с наличием антоциана и со слабым восковым налетом. Лист среднего размера, зеленый, треугольный, среднерассеченный, со слабым восковым налетом. Конечные сегменты листа средние. Центральный зонтик плоский, среднего диаметра, со средним количеством лучей. Масса одного растения при уборке на зелень 75–80 г, на специи – 110–120 г. Ароматичность средняя. Товарная урожайность на зелень 2,9–3,4 кг/м<sup>2</sup>, на специи – 4,6–5,1 кг/м<sup>2</sup>.

Петрушка сорта Fidelio – розетка листьев вертикальная, высотой до 40 см. Лист зеленый, длинный, от треугольной до широкотреугольной формы, волнистость края слабая. Облиственность малой плотности, с малым числом листьев. Черешок длинный, средней толщины до толстого, без антоциана. Зелень хорошо отрастает после срезки. Урожайность зелени за три срезки – 3,25 кг/м<sup>2</sup>.

Базилик сорта Lemona – растение средней высоты, средней плотности. Лист яйцевидной формы, мелкий, антоциановая окраска отсутствует. Волнистость края отсутствует или очень слабая. Черешок короткий. Окраска цветков белая. Аромат лимонный.

### Результаты и их обсуждение

В период 2018–2019 гг. эфиромасличные культуры выращивали в закрытой системе по следующей технологии. Посев семян проводили в кубики из минеральной ваты, предварительно пропитанные питательным раствором, на глубину 0,3–0,5 см, располагая семена равномерно по всей площади кубика. Количество семян в зависимости от культуры составляет: базилик – 10–15, петрушка и укроп – 20–30 шт./кубик. Проращивание семян проводили в семенном отделении при температуре воздуха +24°C, относительной влажности воздуха 85%, в темноте.

По мере прорастания семян через 5–6 суток (базилик), 6–7 суток (укроп), 8–10 суток (петрушка) сеянцы помещали в основное культивационное помещение на стеллажи гидропонной установки вертикального типа и выращивали до полного созревания растений (получения готовой продукции). На поддоне размером 130×50 см размещали 40 кубиков (4 ряда по 10 кубиков), расстояние между кубиками составляло 12×12 см.

Условия выращивания растений в культивационном помещении в лаборатории поддерживались в пределах: температура воздуха в помещении +23°C, температура раствора +20°C, влажность воздуха 50–60%, pH питательного раствора 5,8–6,0, электропроводность 0,8–1,8 мСм/см, продолжительность освещения – 16 ч/сут, подача питательного раствора в течение 15 мин через каждые 24 ч, замена питательного раствора – через 7 дней. При этом созревание растений в закрытой системе в зависимости от культуры происходило через 38–40 сут (укроп), 35–38 (базилик),

45–50 (петрушка). На выходе продукции в указанные сроки растения обладали следующими биометрическими показателями (табл.).

Таблица

**Биометрические показатели эфиромасличных культур 1–4 циклов выращивания гидропонным методом**

| Культура   | Циклы выращивания | Признаки            |                         |                 |                  | Масса растений, г                 |                |
|--|-------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|----------------|
|  |                   | Высота растения, см | Количество листьев, шт. | Длина листа, см | Ширина листа, см | Средняя масса 1 растения в кубике | Всего в кубике |
| Базилик ( <i>Ocimum basilicum</i> L.), сорт Lemon                        | 1-й цикл (ц)      | 17,16±1,29          | 20,64±2,49              | 7,43±0,45       | 2,98±0,14        | 1,80±0,28                         | 10,42±2,26     |
|  | 2-й цикл          | 38,94±1,74          | 41,35±3,68              | 11,11±0,48      | 3,71±0,13        | 5,95±0,73                         | 33,94±6,47     |
|  | 3-й цикл (ц)      | 26,89±2,30          | 35,48±4,90              | 9,96±0,58       | 3,76±0,22        | 5,25±0,87                         | 31,78±7,52     |
|  | 4-й цикл          | 42,06±1,82          | 51,90±5,72              | 11,39±0,56      | 4,31±0,20        | 10,66±2,08                        | 87,18±16,01    |
| Петрушка ( <i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) A. W. Hill), сорт Fidelio | 1-й цикл (ц)      | 17,46±0,68          | 4,40±0,14               | 16,39±0,64      | 6,74±0,23        | 1,27±0,11                         | 10,19±1,23     |
|  | 2-й цикл          | 29,89±0,99          | 4,71±0,16               | 28,98±0,98      | 8,34±0,28        | 3,58±0,33                         | 36,38±7,28     |
|  | 3-й цикл (ц)      | 18,20±1,03          | 3,92±0,19               | 16,94±1,11      | 6,33±0,31        | 1,48±0,23                         | 11,17±2,08     |
|  | 4-й цикл          | 22,63±0,69          | 4,65±0,26               | 21,44±0,67      | 8,66±0,53        | 2,85±0,35                         | 24,04±2,86     |
| Укроп ( <i>Anethum graveolens</i> L.), сорт Goldkrone                    | 1-й цикл (ц)      | 26,80±0,81          | 6,70±0,23               | 23,10±0,67      | 6,46±0,28        | 1,69±0,17                         | 16,05±1,63     |
|  | 2-й цикл          | 39,31±1,37          | 7,08±0,25               | 36,22±1,39      | 9,28±0,50        | 5,59±0,72                         | 53,58±10,07    |
|  | 3-й цикл (ц)      | 34,16±0,78          | 6,40±0,23               | 31,00±0,78      | 8,37±0,37        | 3,49±0,29                         | 39,45±3,67     |
|  | 4-й цикл          | 36,03±1,71          | 7,13±0,49               | 32,39±1,48      | 9,59±0,67        | 5,22±0,60                         | 75,23±5,74     |

Примечание: ц – освещение растений цветными светодиодами; доверительная вероятность  $P = 0.95$ .

Отмечено, что наибольшей продуктивностью (высота растений, количество листьев, масса растений) обладают растения, выращенные под белыми светодиодами. Лучшие условия для базилика в светокультуре складывались в четвертом цикле: светодиодное освещение белыми диодами, световой поток около 8000 лм, полив основным комплексным удобрением, за 11 дней до срезки снижение концентрации удобрений в два раза (рис. 1, 2) [3]. В соответствующих условиях выращивания к моменту уборки растение в среднем достигает высоты 42,06 см, формирует 51,90 листьев, выход продукции составляет 5,36 кг/м<sup>2</sup>.



Рис. 1. Базилик (*Ocimum basilicum* L.), сорт Lemon на 38 день после посева: под белыми (слева) и красно-сине-белыми (справа) фитолампами



Рис. 2. Базилик (*Ocimum basilicum* L.), сорт Lemon: масса растений в кубике (г), выращенных под красно-сине-белыми фитолампами, на 38 день после посева

Для петрушки оптимальными являются условия второго цикла: светодиодное освещение белыми диодами, световой поток около 8000 лм, полив основным комплексным удобрением (рис. 3, 4). В соответствующих условиях выращивания к моменту уборки растение в среднем достигает высоты 29,89 см, формирует 4,71 листьев, выход продукции составляет 2,24 кг/м<sup>2</sup>.

Для укропа оба цикла (2 и 4) являются оптимальными (рис. 5, 6). К моменту уборки растение в среднем достигает высоты 36,03–39,31 см, формирует от 7,08 до 7,13 листьев, выход продукции составляет 4,63 кг/м<sup>2</sup>.



Рис. 3. Петрушка (*Petroselinum crispum* Mill.) A.W. Hill), сорт Fidelio на 41-й день после посева: под белыми (слева) и красно-сине-белыми (справа) фитолампами



Рис. 4. Петрушка (*Petroselinum crispum* Mill.) A.W. Hill), сорт Fidelio: масса растений в кубике (г), выращенных под красно-сине-белыми фитолампами, на 41-й день после посева



Рис. 5. Укроп (*Anethum graveolens* L.), сорт Goldkrone на 40-й день после посева: под белыми (слева) и красно-сине-белыми (справа) фитолампами



Рис. 6. Укроп (*Anethum graveolens* L.), сорт Goldkrone: масса растений в кубике (г), выращенных под красно-сине-белыми фитолампами, на 40-й день после посева

### Заключение

В условиях севера Тюменской области, в связи с природно-климатическими особенностями региона, массовое производство эфиромасличных культур возможно только в закрытых системах, методом гидропоники. Важную роль при выращивании растений играет выбор сорта. Основные требования к сорту – это, прежде всего, высокая всхожесть и энергия прорастания семян, высокоурожайность, устойчивость к болезням, хорошие вкусовые качества. Всем этим требованиям соответствуют сорта Goldkrone (укроп), Fidelio (петрушка), Lemona (базилик), которые включены в Госреестр для выращивания в открытом и защищенном грунте. В светокультуре лучшие условия для базилика, укропа и петрушки складываются при светодиодном освещении белыми диодами, световой поток которых составляет 8000 лм. Комплексное удобрение Фертика в сочетании с кальцинитом и режим полива (15 мин через каждые 24 ч) позволяют добиться хороших результатов (по продуктивности и урожайности) при выращивании данных сортов растений. При одновременном конвейере производства укропа, петрушки и базилика необходимо поддерживать оптимальные параметры микроклимата: температура воздуха в помещении днем +23°C, температура раствора +20°C, влажность воздуха – не менее 60%, pH питательного раствора 5,8–6,0. Такие условия выращивания являются приемлемыми для культивируемых растений. Разработанная ме-

тодика позволяет круглогодично выращивать пряно-вкусовые растения в режиме 8–9 оборотов в год. Таким образом, данную технологию можно рекомендовать для выращивания эфиромасличных культур в северном регионе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воробейков Г. А. Нитраты вокруг нас. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 64 с.
2. Клешнин А. Ф., Лебедева Е. В., Протасова Н. Н., Шелудько Н. Н. Выращивание растений при искусственном освещении. М.: Сельхозгиз, 1959. 128 с.
3. Макаров П. Н., Макарова Т. А., Самойленко З. А., Гулакова Н. М. Выращивание зеленных культур в закрытых системах // Безопасный Север – чистая Арктика: сб. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. Сургут, 2019. С. 166–181.
4. Медведев С. С., Осмоловская Н. Г., Батов А. Ю., Разумова Н. А., Шлычков В. С. Выращивание экологически чистой растительной продукции без почвы в многоярусных гидропонных установках. СПб.: Петрополис, 1996. 68 с.
5. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. М.: Наука, 1972. С. 511–527.
6. Орлова Е. Е., Банкина Т. А., Орлова Н. Е., Лабутова Н. М., Банкин М. П., Якконен К. Л. Практикум по агроэкологии. СПб., 2011. 148 с.
7. Aires A. Hydroponic Production Systems: Impact on Nutritional Status and Bioactive Compounds of Fresh Vegetables // Vegetables: Importance of Quality Vegetables to Human Health. 2018. С. 55.
8. Benton J. Complete Guide for Growing Plants Hydroponically. 1,1 // CRC Press. 2014.
9. Litvin A. G., Currey C. J., Wilson L. A. Effects of Supplemental Light Source on Basil, Dill, and Parsley Growth, Morphology, Aroma, and Flavor // Journal of the American Society for Horticultural Science. 2020. V. 145. № 1. P. 18–29. <https://doi.org/10.21273/JASHS04746-19>
10. Maboko M. M., Du Plooy C. P. High-plant density planting of basil (*Ocimum basilicum*) during summer/fall growth season improves yield in a closed hydroponic system // Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science. 2013. V. 63. № 8. P. 748–752. <https://doi.org/10.1080/09064710.2013.861921>
11. Roupheal Y., Giordano M., Pannico A., Di Stasio E., Raimondi G., El-Nakhel C. et al. Nutritional quality of hydroponically grown basil in response to salinity and growing season // International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant 1227. 2017. P. 693–698. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1227.88>
12. Sgherri C., Cecconami S., Pinzino C., Navari-Izzo F., Izzo R. Levels of antioxidants and nutraceuticals in basil grown in hydroponics and soil // Food chemistry. 2010. V. 123. № 2. P. 416–422. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.058>
13. Sharma N. et al. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview // Journal of Soil and Water Conservation. 2018. V. 17. № 4. P. 364–371. <http://dx.doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>
14. Walters K. J., Currey C. J. Hydroponic greenhouse basil production: Comparing systems and cultivars // HortTechnology. 2015. V. 25. № 5. P. 645–650. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.5.645>

#### REFERENCES

1. Vorobejkov, G. A. (1992). Nitraty vokrug nas. St. Petersburg. (In Russian)
2. Kleshnin, A. F., & Lebedeva, E. V., Protasova N.N., Shelud'ko N.N. (1959). Vyrashchivanie rastenii pri iskusstvennom osveshchenii. Moscow. (In Russian)
3. Makarov, P. N., Makarova, T. A., Samojlenko, Z. A., & Gulakova, N. M. (2019). Vyrashchivanie zelenykh kul'tur v zakrytykh sistemah. In *Bezopasnyj Sever–chistaya Arktika: sb. st. II Vseros. nauch.-prakt. konf.*, Surgut. 166-181. (In Russian)
4. Medvedev, S. S., Osolovskaya N. G., Batov, A. Yu., Razumova, N. A., & Shlychikov, V. S. (1996). Vyrashchivanie ekologicheskoi chistoi rastitel'noi produktsii bez pochvy v mnogoyarusnykh gidroponnykh ustanovkakh. St. Petersburg. (In Russian)
5. Nichiporovich, A. A. (1972). Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenii i puti povysheniya ikh produktivnosti. In *Teoreticheskie osnovy fotosinteticheskoi produktivnosti*, Moscow. 511-527. (In Russian)
6. Orlova, E. E., Bankina, T. A., Orlova, N. E., Labutova, N. M., Bankin, M. P., & Yakkonen K. L. (2011). Praktikum po agroekologii. St. Petersburg. (In Russian)
7. Aires, A. (2018). Hydroponic Production Systems: Impact on Nutritional Status and Bioactive Compounds of Fresh Vegetables. *Vegetables: Importance of Quality Vegetables to Human Health*, 55.
8. Benton, J. (2014). Complete Guide for Growing Plants Hydroponically. 1,1. *CRC Press*.
9. Litvin, A. G., Currey, C. J., & Wilson, L. A. (2020). Effects of Supplemental Light Source on Basil, Dill, and Parsley Growth, Morphology, Aroma, and Flavor. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 145(1), 18-29. <https://doi.org/10.21273/JASHS04746-19>

10. Maboko, M. M., & Du Plooy, C. P. (2013). High-plant density planting of basil (*Ocimum basilicum*) during summer/fall growth season improves yield in a closed hydroponic system. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 63(8), 748-752. <https://doi.org/10.1080/09064710.2013.861921>

11. Roupheal, Y., Giordano, M., Pannico, A., Di Stasio, E., Raimondi, G., El-Nakhel, C., ... & De Pascale, S. (2017, August). Nutritional quality of hydroponically grown basil in response to salinity and growing season. In *International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant 1227* (pp. 693-698). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1227.88>

12. Sgherri, C., Ceconami, S., Pinzino, C., Navari-Izzo, F., & Izzo, R. (2010). Levels of antioxidants and nutraceuticals in basil grown in hydroponics and soil. *Food chemistry*, 123(2), 416-422. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.058>

13. Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., & Chaurasia, O. P. (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 17(4), 364-371. <http://dx.doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>

14. Walters, K. J., & Currey, C. J. (2015). Hydroponic greenhouse basil production: Comparing systems and cultivars. *HortTechnology*, 25(5), 645-650. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.5.645>

---

Макаров П. Н., Макарова Т. А., Самойленко З. А., Гулакова Н. М. Технология выращивания эфиромасличных культур в закрытых системах // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2020. № 2. С. 53–59. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-2/07>

Makarov, P. N., Makarova, T. A., Samoilenko, Z. A., & Gulakova, N. M. (2020). A technology of essential oil crops growth in closed systems. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (2). 53–59. (In Russian) <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-2/07>

---

дата поступления: 16 января 2020 г.

дата принятия: 25 апреля 2020 г.

© Макаров П.Н., Макарова Т.А., Самойленко З.А., Гулакова Н.М.