

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭСТРАГОНА И ТИМЬЯНА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В СВЕТОКУЛЬТУРЕ**П.Н. Макаров, Т.А. Макарова, З. А. Самойленко, Н.М. Гулакова,
И.В. Кравченко**

Реферат. Исследования с целью оценки продуктивности и качества растительного сырья тимьяна обыкновенного и эстрагона проводили на гидропонных установках в режиме периодического затопления в 2019–2020 гг. Объектами исследования служили сорта эстрагона Монарх и Гудвин, тимьяна обыкновенного – Медок и Змейка. Растения выращивали в минераловатном субстрате. В качестве удобрений применяли комплексные удобрения с микроэлементами Фертика-Гидро и кальциевую селитру. Условия культивирования: температура воздуха +22...+25 °С, температура раствора – +20 °С, влажность воздуха – 55...65 %. Схема опыта: культивирование растений под белыми светодиодными (световой поток 8000 лм, цветовая температура 4000 К, PPF 165 мкмоль/с/м²) и цветными (в комбинации красных, синих и белых диодов (32:16:32), световой поток 6573 лм, PPF 143 мкмоль/с/м²) лампами, при 16-часовом световом режиме. При выращивании тимьяна в условиях вертикальных ферм биомасса растений, по сравнению с традиционными способами, увеличивается в 2,0...3,5 раза. Наибольшая продуктивность сорта тимьяна Змейка отмечена при освещении белыми фитолампами, сорта тимьяна Медок и обоих сортов эстрагона – цветными светодиодами. Содержание хлорофилла *a* в зеленой массе растений сортов тимьяна Змейка и эстрагона Гудвин было выше при освещении цветными лампами, у сорта эстрагона Монарх отмечена обратная зависимость. Концентрация хлорофилла *b* у всех исследуемых сортов была больше при цветном освещении. Суммарное содержание хлорофиллов *a* и *b* у обоих сортов тимьяна и эстрагона Гудвин возрастало при освещении цветными фитолампами, у сорта эстрагона Монарх – при использовании белых светодиодных. Содержание каротиноидов у тимьяна Медок и эстрагона Монарх было выше при освещении белыми лампами, у остальных – в варианте с цветными. Флавоноиды у всех исследуемых сортов достоверно лучше (в 1,5...3,0 раза) накапливались при белом освещении.

Ключевые слова: светокультура, урожайность, гидропоника, вертикальные установки, эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.), тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris* L.).

Введение. Интенсивная светокультура – направление растениеводства, основанное на создании оптимальных условий освещенности, температуры, влажности и питания, что позволяет реализовать генетически заложенную потенциальную продуктивность растений, а также снять ограничивающие и стрессовые факторы их роста и развития [1, 2].

В лаборатории кафедры биологии и биотехнологии Сургутского государственного университета разработана технология выращивания таких овощных культур, как салат, базилик, рукола, петрушка и укроп, методом гидропоники с системой подтопления, показаны параметры роста и урожайности растений в условиях светокультуры [3, 4, 5]. Однако спрос на растениеводческую продукцию в области расширения ассортимента культур с различными полезными свойствами (не только пищевыми, но и пряно-вкусовыми, лечебными) постоянно растет [6, 7]. Это особенно актуально для районов, где почвенно-климатические условия не позволяют массово выращивать их в условиях открытого грунта (территории Крайнего Севера и приравненные к ним – Ханты-Мансийский автономный округ – Югра), для промышленных тепличных хозяйств, агрофирм, сити-ферм, использующих вертикальную гидропоннику.

Научно-практический интерес представляют пряно-ароматические (пряно-вкусовые) растения с высоким содержанием ароматических масел и полезных биологически активных веществ. Фитонцидные, антисептические и бактерицидные свойства пряно-вкусовых растений открывают возможности для их использования в медицине в составе травяных сборов, в таблетированной форме, в виде настоек и экстрактов [8].

К перспективным культурам относятся эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.) и тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris* L.).

Эстрагон или тархун – многолетнее травянистое растение семейства Asteraceae, высотой 1,0...1,5 м, с приятным пряным запахом и освежающим острым вкусом. В медицинских целях используют зеленую массу эстрагона. Сбор сырья проводят в начале цветения до плодоношения, когда в отдельных частях растения накапливается максимальное количество полезных веществ [9, 10]. Эстрагон обладает противовоспалительным, ранозаживляющим, мочегонным, антиспазматическим, тонизирующим, гипогликемическим, общеукрепляющим, ветрогонным, успокаивающим и противоглистным действиями [11, 12, 13].

Тимьян (чабрец) обыкновенный – представитель рода *Thymus*, семейства Lamiaceae – прямостоячий, ветвистый полукустарник до 40 см высотой, с приятным сильным ароматом и острым, пряным вкусом [14, 15], обладающий антибактериальным, антиоксидантным, противовоспалительным, гепатопротекторным эффектом [16, 17, 18]. Тимьян богат витамином А, β-каротином, витамином В₂, витамином В₆, витамином В₉, витамином С, калием, кальцием, магнием, фосфором, железом, марганцем, медью, цинком [10]. Фармакологическая ценность тимьяна обыкновенного обусловлена многокомпонентным составом его эфирных масел, содержащих в числе основных – тимол, карвакрол, п-цимол и др. [19].

Известна высокая активность эфирных масел тимьяна по отношению к возбудителю сосудистого бактериоза капусты. Предпосевная обработка этими маслами семян, инокулированных

патогеном, существенно снижала количество и жизнеспособность клеток возбудителя на семенах, а также пораженность рассады. Причем эффективность такой обработки находилась на уровне применения синтетического препарата Фитолавин, ВРК [20].

В связи с ценностью и значимостью упомянутых культур необходима разработка технологий их выращивания в гидропонных вертикальных установках, так как в условиях светокультуры многолетние лекарственные растения могут формировать полезную биомассу круглый год. Ведутся исследования по разработке технологии производства экологически безопасного растительного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ, по поиску и отбору высокопродуктивных сортов лекарственных растений в условиях светокультуры [21].

Цель исследований – оценка продуктивности и качества растительного сырья тимьяна обыкновенного и эстрагона при выращивании гидропонным методом.

Условия, материалы и методы. Объекты исследований – сорта тимьяна Змейка и Медок (семена агрофирмы «СеДеК» и ООО «АгроСидсТрейд»), сорта эстрагона Гудвин и Монарх (семена ООО «АгроСидсТрейд» и селекционно-семеноводческой компании «Поиск») (рис. 1, 2).

Тимьян сорта Змейка – многолетний полукустарник высотой 30 см со стелющимися побегами. Листья мелкие, короткочерешковые, удлиненно-ланцетные, зеленые с антоциановой окраской. Цветки яркие, фиолетово-розовые. Урожайность зеленой массы 0,3...0,4 кг/м² [22].

Тимьян сорта Медок – многолетний полукустарник со стелющимися цветущими побегами высотой до 25 см. Облиственность высокая. Листья мелкие, продолговато-яйцевидные, сверху темно-зеленые, снизу – серовато-фиолетовые. Цветки светло-розовые, расположены в пазухах верхушечных листьев. Урожайность зеленой массы 50 г с 1 растения (при многолетнем выращивании) [22].

Эстрагон сорта Гудвин – многолетний прямостоячий полукустарник до 115 см высотой. Стебель сильноветвистый, хорошо облиственный. Листья среднего размера, сидячие, линейно-ланцетные, светло-зеленые со слабым восковым налетом, сочные. Урожайность зеленой массы при двухразовой срезке взрослых растений на 2-ой год вегетации до 5 кг/м² [22].

Эстрагон сорта Монарх – многолетний прямостоячий полукустарник высотой до 150 см,

сильнооблиственный, сильноветвистый. Лист сидячий, крупный, длиной до 8 см, ярко-зеленый, с густым коротким опушением, гладкий. Урожайность зеленой массы при двухразовой срезке взрослых растений на 2-ой год вегетации до 5 кг/м². Зимостойкий и засухоустойчивый сорт [22].

Перед посевом определяли основные качественные показатели семян – энергию прорастания и всхожесть по ГОСТ 12038-84 [23].

Исследования проводили в двухъярусной гидропонной установке с подтоплением типа «Система-4Д» в кубиках минераловатного субстрата. В качестве удобрений применяли полностью растворимые в воде комплексные удобрения с микроэлементами Фертика Гидро и кальциевую селитру. Уровень кислотности (рН) готового питательного раствора поддерживали в пределах 5,8...6,0 ед. Семена замачивали в суспензии Фитоспорина М (1,5 г на 1 л воды, расход рабочего раствора 100...150 мл/100 г семян) в течение 1 ч. Посев проводили на глубину 0,1...0,3 см, располагая семена равномерно по всей площади кубика (75 x 75 мм). Количество семян эстрагона и тимьяна составляло 15 шт./кубик. Проращивание проводили в темноте при температуре воздуха +23...+24 °С, относительной влажности воздуха 90 %. При появлении всходов (на 3...5 день) кубики с растениями размещали на поддоны так, чтобы канавки на их нижней стороне располагались вниз, что позволяет легко вытекать избыточной воде. Кубики на поддоне размером 130×50 см, размещали на расстоянии 10×10 см. В культивационном помещении поддерживали температуру воздуха +22...+25 °С, температуру раствора – +20 °С, влажность воздуха – 55...65 %, освещение – белыми и цветными фитолампами, расположенными на высоте 50 см до растений. Показатели температуры, влажности, состав питательного раствора для рассматриваемых культур были одинаковыми, основным фактором различия в агротехнике выступало освещение белыми и цветными фитолампами. Параметры цветного освещения – комбинация красных, синих и белых диодов (32:16:32), доминанта длины волны красного спектра – 625 нм, синего – 470 нм, световой поток 6573 лм, PPF 143 мкмоль/с/м²; параметры белого освещения – белые диоды, световой поток 8000 лм, цветовая температура 4000 К, PPF 165 мкмоль/с/м².

На протяжении всего периода вегетации поддерживали 16-часовой световой режим. Стеллажи с различным освещением разделяли светоне-



Рис. 1 – Тимьян (*Thymus vulgaris* L.), сорт Медок



Рис. 2 – Эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.), сорт Гудвин

Таблица 1 – Характеристика посевных качеств семян различных сортов растений

Культура	Сорт	Энергия прораствания, %	Всхожесть, %	Количество зараженных растений, %
Эстрагон	Монарх	58,3	76,5	26,6
	Гудвин	72,5	89,1	25,6
Тимьян	Змейка	77,0	84,0	4,7
	Медок	80,0	86,0	5,8

проницаемой шторкой.

Подачу питательного раствора осуществляли в течение 15 минут трижды в сутки. Электропроводность питательного раствора (в период вегетации растений) составляла 0,8...1,8 мСм/см. Замену питательного раствора проводили каждые 7 дней. Срезку растений эстрагона в системе вертикального типа проводили на 50-й день, тимьяна – на 54-й день. Срезанную надземную часть растений высушивали при комнатной температуре и измельчали в лабораторном гомогенизаторе.

В период вегетации растений в культивационном помещении учитывали биометрические показатели роста и развития исследуемых сортов. Содержание пигментов (хлорофилла *a*, хлорофилла *b*, каротиноидов) и флавоноидов для оценки качества сырья определяли на спектрофотометре Shimadzu UV-1900i [24]. Оптическую плотность растительного материала измеряли при следующих длинах волн: для хлорофилла *a* – 665 нм, хлорофилла *b* – 649 нм, каротиноидов – 470 нм, флавоноидов – 410 нм. Математическую обработку данных осуществляли общепринятыми статистическими методами (однофакторный дисперсионный анализ) с использованием пакета Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Центральное звено технологии выращивания культурных растений – качественные характеристики семенного материала: отсутствие примеси и зараженности вредителями и болезнями, высокая энергия прораствания и всхожесть семян.

В наших исследованиях семена всех изучаемых сортов обладали высокими посевными качествами (всхожесть – 76,6...89,1 %, соответствующая требованиям ГОСТ Р 58472-2019 [25] – для оригинальных семян эстрагона 75 %, для тимьяна 65 %) (табл. 1).

В результате фитоэкспертизы установлено, что семена эстрагона были на 25,6...26,61% (высокая степень) заражены плесневыми грибами (р. *Mucor*, *Penicillium*). В период вегетации растения поражались черной ножкой, что свидетельствует о необходимости предпосевной обра-

ботки семян фунгицидами. Степень заражения плесневыми грибами семян тимьяна была низкой (в пределах 5,8 %).

При срезке (продолжительность период от всходов до взрослых растений для тимьяна составил 54 дня, для эстрагона – 50 дней) высота тимьяна в среднем не превышала 34,06 см (сорт Медок), эстрагона – 34,22 см (сорт Монарх). Тимьяны и эстрагон сорта Монарх были несколько выше при освещении цветными фитолампами, размеры листьев достоверно не отличались. Сорт Гудвин лучше рос при белом освещении. При цветном освещении его растения имели более компактную форму и более широкие листья. Для высокорослых многолетних растений (эстрагон) длительность срока выращивания на установках такого типа ограничивается высотой растений (расстояние от поддона до ламп – 50 см); при ее достижении высоты фитоламп требуется проведение срезки.

Урожайность эстрагона при традиционном способе выращивания и двухразовой срезке взрослых растений на 2-ой год вегетации составляет до 5 кг/м² [22]. В проведенном эксперименте (табл. 3) у сорта Гудвин она составляла 1,39 кг/м², сорта Монарх – 1,84 кг/м² при однократной срезке молодых растений первого года жизни. Так как после срезки растения эстрагона активно отрастают и более интенсивно ветвятся, в дальнейшем планируются их многократные срезки и ожидается повышение накопления биомассы вследствие увеличения степени ветвления.

Урожайность зеленой массы тимьяна в открытом грунте составляет 0,3...0,4 кг/м² [22]. При выращивании в условиях вертикальных ферм сорта Змейка его биомасса для достигала 0,58 кг/м², сорта Медок – 1,47 кг/м². Тимьян сорта Змейка показал более высокую продуктивность при белом освещении, для всех остальных испытанных сортов освещение цветными светодиодами увеличивало продуктивность, по сравнению с белым освещением, до 1,5 раз.

В выращенных образцах содержание хлорофилла *a* при освещении цветными лампами было

Таблица 2 – Биометрические показатели растений в зависимости от освещенности различными фитолампами

Культура, сорт	Высота растений, см		Длина листа, см		Ширина листа, см	
	белые лампы	цветные лампы	белые лампы	цветные лампы	белые лампы	цветные лампы
Тимьян: сорт Змейка	26,31±0,71	27,65±0,93	1,02±0,02	1,01±0,02	0,63±0,02	0,62±0,02
НСР0,05	2,98		0,05		0,07	
сорт Медок	30,20±0,67	34,06±1,12	1,03±0,03	1,04±0,02	0,65±0,02	0,66±0,03
НСР0,05	3,34		0,05		0,07	
Эстрагон: сорт Монарх	32,53±2,88	34,22±3,53	7,12±0,36	7,04±0,36	0,84±0,05	0,82±0,07
НСР0,05	8,82		0,95		0,17	
сорт Гудвин	33,22±2,38	24,53±1,77	7,43±0,36	7,60±0,36	0,73±0,04	1,24±0,25
НСР0,05	10,29		1,53		0,52	

Таблица 3 – Урожайность сортов растений в зависимости от спектрального состава фитоламп

Культура, сорт	Масса растений, г/кубик		Урожайность, кг/м ²	
	белые лампы	цветные лампы	белые лампы	цветные лампы
Тимьян: сорт Змейка	15,07±1,77	9,43±0,81	0,93	0,58
НСР0,05	4,57			
сорт Медок	14,30±1,20	23,94±2,44	0,88	1,47
НСР0,05	6,4			
Эстрагон: сорт Монарх	19,79±3,97	29,87±0,52	1,22	1,84
НСР0,05	4,59			
сорт Гудвин	19,80±4,98	22,54±4,01	1,22	1,39
НСР0,05	16,07			

Таблица 4 – Содержание пигментов фотосинтеза и флавоноидных соединений в растительном материале, мг/г сухого вещества

Вариант	Хлорофилл а	Хлорофилл b	Сумма хлорофиллов a+b	Каротиноиды	Флавоноиды
Тимьян сорт Медок: цветные фитолампы	4,68±0,08	3,74±0,05	8,42	0,67±0,05	0,52±0,02
белые фитолампы	4,63±0,04	1,87±0,06	6,50	0,85±0,06	0,95±0,06
Тимьян сорт Змейка: цветные фитолампы	5,73±0,05	3,10±0,02	8,83	0,87±0,07	0,39±0,04
белые фитолампы	5,00±0,04	2,53±0,08	7,53	0,68±0,07	0,49±0,04
Эстрагон сорт Монарх: цветные фитолампы	3,37±0,05	2,80±0,05	6,17	0,30±0,03	0,38±0,02
белые фитолампы	4,92±0,05	2,42±0,02	7,34	0,52±0,02	1,22±0,03
Эстрагон сорт Гудвин: цветные фитолампы	4,96±0,07	2,87±0,08	7,83	0,41±0,02	0,91±0,03
белые фитолампы	3,21±0,02	1,52±0,01	4,73	0,36±0,01	2,18±0,01

несколько выше у тимьяна сорта Змейка и эстрагона Гудвин, для эстрагона сорта Монарх отмечена обратная тенденция (табл. 4). Большее количество хлорофилла *b* у всех исследуемых сортов отмечали при цветном освещении. Суммарное содержание хлорофиллов *a* и *b* у обоих сортов тимьяна и эстрагона Гудвин возрастало при освещении цветными фитолампами, у эстрагона сорта Монарх большая величина этого показателя отмечена при освещении белыми светодиодами. По концентрации каротиноидов для тимьяна Медок и эстрагона Монарх более благоприятно освещение белыми фитолампами, а для тимьяна Змейка и эстрагона Гудвин – цветными. Флавоноиды в зеленой массе всех изученных сортов накапливались достоверно лучше при белом освещении (в 1,5...3,0 раза), чем при цветном.

Выводы. Культивируемые в ходе исследования сорта тимьяна Змейка и Медок и эстрагона Гудвин и Монарх оказались отзывчивыми на выращивание в условиях светокультуры на гидропонных установках с системой периодического затопления.

Содержание хлорофиллов *a* и *b*, а также их

сумма в зеленой массе большинства изученных сортов были выше под цветными фитолампами, только у растений эстрагона сорта Монарх величины этих показателей оказались больше при белом освещении.

Достоверно больше (в 1,5 раза) под цветными фитолампами была урожайность исследуемых растений, кроме тимьяна сорта Змейка и высота растений, кроме эстрагона сорта Гудвин.

Содержание каротиноидов в фитомассе сортов тимьяна Медок и эстрагона Монарх было достоверно выше при освещении белыми лампами, а у сортов тимьяна Змейка и эстрагона Гудвин – под цветными. Накопление флавоноидов у исследуемых растений было в 1,5...3,0 раза выше при белом освещении.

Исследование проведено при финансировании Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в рамках проекта: «Технология выращивания и извлечения биологически активных соединений северных ягодных культур и лекарственных трав (ЮграБиоФарм)», №2020-146-11.

Литература

- Ильин О. В., Ильина Т. О., Семьячкина Е. О. Новое сельскохозяйственное производство – интенсивная производственная светокультура // Овощи России. 2009. № 2 (4). С. 20–25.
- Судаков В. Л., Хомяков Ю. В. Интенсивная светокультура растений. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2018. 162 с.
- Intervarietal differences of biometric indicators and productivity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) depending on density of the plant growth in hydroponic systems / Z. A. Samoilenko, N. M. Gulakova, T. A. Makarova, et al. // Journal of Agriculture and Environment. 2020. No. 2 (14). P. 33–37.
- Технология выращивания эфиромасличных культур в закрытых системах / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко и др. // Вестник Нижневолжского государственного университета. 2020. № 2. С. 53–59. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-2/07>.
- Выращивание зеленных культур в закрытых системах / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко и др. // Безопасный Север – чистая Арктика: сб. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. Сургут. 2019. С. 166–181.
- Влияние светодиодного освещения на развитие сортов салата посевного (*Lactuca sativa* L.) в закрытой светокультуре / З. А. Самойленко, Т. А. Макарова, П. Н. Макаров и др. // Глобальная экономика в XXI веке: роль

биотехнологий и цифровых технологий: сб. науч. ст. Москва: Конверт, 2020. С. 219–225.

7. Содержание биологически активных веществ в зеленных культурах, выращенных в светокультуре / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко и др. // Безопасный Север – чистая Арктика: матер. III Всерос. науч.-практ. конф. Сургут. 2020. С. 271–279.

8. Определение качественных и потребительских характеристик масляных экстрактов пряно-ароматических растений / Е. Ю. Богодист-Тимофеева, Е. С. Ножко, Т. Ю. Брановицкая и др. // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2016. № 4. С. 76–82.

9. Artemisia dracunculus Essential Oil Chemical composition and antioxidant properties / A. P. Fildan, I. Pet, D. Stoin, et al. // Revista de Chimie. Bucharest, 2019. Vol. 70. No. 1. P. 59–62. <https://doi.org/10.37358/RC.19.1.6851>.

10. Яркова Н. Н., Федорова В. М. Семеноведение сельскохозяйственных растений. Пермь: Прокрость, 2016. 116 с.

11. Состав эфирного масла полыни тархун (*Artemisia dracunculus* L.) сибирской флоры / И. Б. Руцких, М. А. Ханина, Е. А. Серых и др. // Химия растительного сырья. 2000. № 3. С. 65–76.

12. Fraternalia D., Flaminib G., Riccia D. Essential Oil Composition and Antigermination Activity of Artemisia Dracunculus (Tarragon) // Natural Product Communications. 2015. Vol. 10. No. 8. P. 1469–1472.

13. Artemisia dracunculus L. (Tarragon): A Critical Review of Its Traditional Use, Chemical Composition, Pharmacology and Safety / D. Obolskiy, I. Pischel, B. Feistel, et al. // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011. Vol. 59. No. 21. P. 11367–11384. <https://doi.org/10.1021/jf202277w>.

14. Miraj S., Kiani S. Study of pharmacological effect of Thymus vulgaris: A review // Der Pharmacia Lettre. 2016. Vol. 8. No. 9. P. 315–320.

15. Effects of Thymus vulgaris L. and Thymbra spicata L. on diabetes mellitus associated cognitive impairment and neuropathy: Thymus vulgaris and Cognitive Function Improvements / Z. Akan, M. Dikilidal, H. Ozdemir, et al. // Medical Science and Discovery. 2019. Vol. 1. No. 1. P. 16–21. <https://doi.org/10.36472/msd.v1i1.31>

16. Sobhy H. M., Hassanen N. H. M., Ahmed M. A. I. Hepatoprotective activities of thyme (*Thymus vulgaris* L.) in rats suffering from obesity // Egypt. J. Chem. 2020. Vol. 63. No. 12. P. 5087–5101.

17. El-Newary S. A., Shaffie N. M., Omer E. A. The protection of Thymus vulgaris leaves alcoholic extract against hepatotoxicity of alcohol in rats // Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 2017. Vol. 10. No. 4. P. 361–371. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.03.023>

18. Antimicrobial activity of Thymus vulgaris L. and associated endophytes extracts / M. A. Sayed, E. A. Ali, A. A. A. Ahmed, et al. // Egypt. J. Exp. Biol. (Bot.). 2020. Vol. 16. No. 2. P. 141–147. <https://doi.org/10.5455/egyjebb.20200709014142>

19. Фуклева Л. А., Пучкан Л. А. Изучение состава и возможность использования чабреца обыкновенного и крымского в фармацевтической практике // Научные ведомости. Серия «Медицина. Фармация». 2013. № 18 (161). Вып. 23. С. 207–210.

20. Во Тхи Нгок Ха, Джалилов Ф. С. Антибактериальная активность эфирных масел и их использование для обеззараживания семян капусты от сосудистого бактериоза // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2014. № 6. С. 59–68.

21. Pryvedeniuk N., Hlushchenko L. Improvement of elements of technology of cultivation of Thymus vulgaris L. under irrigation conditions // Bulletin of Agricultural Science. 2021. Vol. 99. No. 1. P. 32–39. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202101-04>

22. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 719 с.

23. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12038-84> (дата обращения: 10.06.2021).

24. Экологическая биохимия растений: химические и биохимические методы анализа: метод. рекомендации / С. Н. Русак, И. В. Кравченко, М. В. Филимонова и др.; Сургут. гос. ун-т ХМАО – Югры. Сургут: ИЦ СурГУ, 2012. 39 с.

25. ГОСТ Р 58472-2019 Семена эфиромасличных культур. СОРТОВЫЕ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА. Общие технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200166772> (дата обращения: 10.06.2021).

Сведения об авторах:

Макаров Петр Николаевич, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры биологии и биотехнологии, e-mail: pn7264@yandex.ru

Макарова Татьяна Анатольевна, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры биологии и биотехнологии, e-mail: tatiana.makarova2010@yandex.ru

Самойленко Зоя Анатольевна, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры биологии и биотехнологии, e-mail: zoyasl@yandex.ru

Гулакова Наталья Михайловна, инженер, старший преподаватель кафедры биологии и биотехнологии, e-mail: gulakova_natalia@mail.ru

Кравченко Инесса Вячеславовна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник научно-образовательного центра, e-mail: kravinessa@mail.ru

Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия.

PRODUCTIVITY AND QUALITY EVALUATION OF TARRAGON AND THYME GROWN UNDER ARTIFICIAL LIGHT

P.N. Makarov, T.A. Makarova, Z.A. Samoylenko, N.M. Gulakova, L.V. Kravchenko

Abstract. The research aimed at evaluation of productivity and quality of tarragon and thyme medicinal material was carried out on hydroponic installations during 2019-2020. The objects under study were Monarkh and Gudvin tarragon varieties as well as Medok and Zmeyka thyme varieties. The plants were grown in mineral cotton substratum. Fertikea Hydro complex fertiliser with microelements and calcium nitrate were used. The growing conditions: ambient temperature +22...+25°C, solution temperature +20°C, ambient humidity 55...65%. Experiment regimens: growing under white LEDs (luminous flux 8000 lm, color temperature 4000 K, PPF 165 mkmol/s/m²) and color LEDs (combination of red, blue and white LEDs (32:16:32), luminous flux 6573 lm, PPF 143 mkmol/s/m²), for 16-hour light regimen. We found that thyme grown on a vertical hydroponic system increase its biomass 2.0...3.5 times compared to the conventional growing. The highest productivity of Zmeyka thyme

variety is reached under white light, while for both the tarragon varieties and Medok thyme variety it is reached under coloured LEDs. Chlorophyll-a content in green biomass is a little higher under coloured LEDs for Zmeyka thyme variety and Gudvin tarragon variety, while the reverse trend is observed for Monarkh tarragon variety. All the varieties show higher chlorophyll-b content under coloured LEDs. Combined chlorophyll-a and chlorophyll-b content increases under coloured LEDs for the thyme varieties and Gudvin tarragon variety. Monarkh tarragon variety shows the highest combined chlorophyll content under white LEDs. Carotenoid concentration in Medok thyme variety and Monarkh tarragon variety is higher under white LEDs and it is higher under color LEDs for the rest of the varieties. Flavonoids in the studied varieties accumulate statistically better (1.5...3.0 times) under white LEDs.

Key words: artificial light growing, productivity, hydroponics, vertical farming, tarragon, thyme.

References

1. Il'in OV, Il'ina TO, Semyachkina EO. [New agricultural production - intensive productive grow lights]. *Ovoshchi Rossii*. 2009; 2 (4). 20-25 p.
2. Sudakov VL, Khomyakov YuV. *Intensivnaya svetokul'tura rastenii*. [Intensive grow light of plants]. Saint-Petersburg: Izdatel'stvo politekhnicheskogo universiteta. 2018; 162 p.
3. Samoylenko ZA, Gulakova NM, Makarova TA. Intervarietal differences of biometric indicators and productivity of lettuce (*Lactuca sativa L.*) depending on density of the plant growth in hydroponic systems. *Journal of agriculture and environment*. 2020; 2 (14). 33-37 p.
4. Makarov PN, Makarova TA, Samoilenko ZA. [Essential oil crops cultivation technology in enclosed systems]. *Vestnik Nizhnevolzhskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2020; 2. 53-59 p. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-2/07>.
5. Makarov PN, Makarova TA, Samoilenko ZA. [Green crops growing in enclosed systems]. *Bezopasnyi Sever – chistaya Arktika: sb.st. II Vseros. nauch.-prakt. konf. Surgut*. 2019; 166-181 p.
6. Samoilenko ZA, Makarova TA, Makarov PN. Vliyaniye svetodiodnogo osveshcheniya na razvitiye sortov salata posevnogo (*Lactuca sativa L.*) v zakrytoly svetokul'ture. *Global'naya ekonomika v XXI veke: rol' biotekhnologii i tsifrovyykh tekhnologii: sb.nauch.st.* [Influence of LED lighting on development of lettuce (*Lactuca sativa L.*) varieties grown in enclosed artificial light systems. *Global economy in XXI century: contributions of biotechnologies and digital technologies: collection of scientific articles*]. Moscow: Konvert. 2020; 219-225 p.
7. Makarov PN, Makarova TA, Samoilenko ZA. [Contents of biologically active substance in green crops grown under artificial lighting]. *Bezopasnyi Sever – chistaya Arktika: mater. III Vseros. nauch.-prakt. konf. Surgut*. 2020; 271-279 p.
8. Bogodist-Timofeeva EYu, Nozhko ES, Branovitskaya TYu. [Evaluation of qualitative and consumer properties of oily extracts of spices and aromatic crops]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I.Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*. 2016; 4. 76-82 p.
9. Fildan AP, Pet I, Stoin D. *Artemisia dracunculus* essential oil chemical composition and antioxidant properties. *Revista de Chimie. Bucharest*. 2019; 70 (1). 59-62 p. <https://doi.org/10.37358/RC.19.1.6851>.
10. Yarkova NN, Fedorova VM. *Semenovedeniye sel'skokhozyaistvennykh rastenii*. [Seed science of agricultural plants]. Perm: Prokrost. 2016; 116 p.
11. Rutsikh IB, Khanina MA, Serykh EA. [Chemical composition of *Artemisia dracunculus L.* essential oil from Siberia]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2000; 3. 65-76 p.
12. Fraternalia D, Flaminib G, Riccia D. Essential oil composition and antigermination activity of *Artemisia Dracunculus* (Tarragon). *Natural product communications*. 2015; 10 (8). 1469-1472 p.
13. Obolskiy D, Pischel I, Feistel B. *Artemisia dracunculus L.* (Tarragon): a critical review of its traditional use, chemical composition, pharmacology and safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011; 59 (21). 11367-11384 p. <https://doi.org/10.1021/jf202277w>.
14. Miraj S, Kiani S. Study of pharmacological effect of *Thymus vulgaris L.*: a review. *Der Pharmacia Lettre*. 2016; 8 (9). 315-320 p.
15. Akan Z, Dikilidil M, Özdemir H. Effects of *Thymus vulgaris L.* and *Thymbra spicata L.* on diabetes mellitus associated cognitive impairment and neuropathy: *Thymus vulgaris* and cognitive function improvements. *Medical Science and Discovery*. 2019; 1 (1). 16-21 p. <https://doi.org/10.36472/msd.v1i1.31>
16. Sobhy HM, Hassanen NHM, Ahmed MAI. Hepatoprotective activities of thyme (*Thymus vulgaris L.*) in rats suffering from obesity. *Egypt. J. Chem*. 2020; 63 (12). 5087-5101 p.
17. El-Newary SA, Shaffie NM, Omer EA. The protection of *Thymus vulgaris* leaves alcoholic extract against hepatotoxicity of alcohol in rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 2017; 10 (4). 361-371 p. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.03.023>
18. Sayed MA, Ali EA, Ahmed AAA. Antimicrobial activity of *Thymus vulgaris L.* and associated endophytes extracts. *Egypt. J. Exp. Biol. (Bot.)*. 2020; 16 (2). 141-147 p. <https://doi.org/10.5455/egyjeb.20200709014142>
19. Fukleva LA, Puchkova LA. [Study of the composition and the possibility of using common and *Crimean thyme* in pharmaceutical practice]. *Nauchnye vedomosti. Seriya "Meditsina. Farmatsiya"*. 2013; 18 (161). 23. 207-210 p.
20. Vo Tkhi Ngok Kha, Dzhalilov FS. [Antibacterial activity of essential oils and their use for disinfection of cabbage seeds from black rot]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2014; 6. 59-68 p.
21. Pryvedeniuk N, Hlushchenko L. Improvement of elements of technology of cultivation of *Thymus vulgaris L.* under irrigation conditions. *Bulletin of Agricultural Science*. 2021; 99 (1). 32-39 p. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202101-04>
22. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. [State register for selection achievements admitted for usage (national list)]. Volume of plant varieties. Moscow: Rosinformagrotekh. 2021; 719 p.
23. GOST 12038-84. Semena sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti. [Agricultural seeds. Methods of determination of germination]. Cited 2021, June 10. Available from: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12038-84>.
24. Rusak SN, Kravchenko IV, Filimonova MV. *Ekologicheskaya biokhimiya rastenii: khimicheskie i biokhimicheskie metody analiza: metod. Rekomendatsii*. [Plant environmental chemistry: methods of chemical and biological analysis: methodic recommendations]. Surgut: ITs SurGU. 2012; 39 p.
25. GOST R 58472-2019. [Seeds of essential oil crops. Varietal and planting qualities. General specifications]. Cited 2021, June 10. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/1200166772>.

Authors:

Makarov Petr Nikolaevich – Ph.D. of Biological sciences, associate professor of Biology and Biotechnology Department, e-mail: pn7264@yandex.ru

Makarova Tatyana Anatolyevna – Ph.D. of Biological sciences, associate professor of Biology and Biotechnology Department, e-mail: tatiana.makarova2010@yandex.ru

Samoylenko Zoya Anatolyevna - Ph.D. of Biological sciences, associate professor of Biology and Biotechnology Department, e-mail: zoyasl@yandex.ru

Gulakova Natalya Mikhailovna - engineer, senior lecturer of Biology and Biotechnology Department, e-mail: gulakova_natalia@mail.ru

Kravchenko Inessa Vyacheslavovna – Ph.D. of Biological sciences, senior researcher of Scientific and Educational Center, e-mail: kravinessa@mail.ru

Surgut State University, Surgut, Russia