

https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-72-75
УДК 635.71/.74

Балашова И.Т.¹, Беспалько Л.В.¹,
Молчанова А.В.¹, Пинчук Е.В.¹,
Мащенко Н.Е.²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14
E-mail: balashova56@mail.ru

² Институт генетики, физиологии и защиты растений Академии наук Республики Молдова г. Кишинев, Республика Молдова, Страда Пэдурий, 20.
E-mail: mne4747@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Балашова И.Т., Беспалько Л.В., Молчанова А.В., Пинчук Е.В., Мащенко Н.Е. Эфиромасличные культуры семейства Lamiaceae для вертикального овощеводства. *Овощи России*. 2020;(4):72-75.
https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-72-75

Поступила в редакцию: 28.04.2019

Принята к печати: 16.06.2020

Опубликована: 25.08.2020

Irina T. Balashova¹, Lesya V. Bepalko¹,
Anna V. Molchanova¹,
Elena V. Pinchuk¹, Natalia E. Maschenko²

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072
E-mail: balashova56@mail.ru

² Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection Academy of Sciences Republic of Moldova, Strada Pădurii, 20, Chişinău, Republic of Moldova
E-mail: mne4747@mail.ru

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Balashova I.T., Bepalko L.V., Molchanova A.V., Pinchuk E.V., Maschenko N.E. Plant of Lamiaceae family for cultivation at the vertical hydroponic installation. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(4):72-75. (In Russ.)
https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-72-75

Received: 28.04.2020

Accepted for publication: 16.06.2020

Accepted: 25.08.2020

Эфиромасличные культуры семейства Lamiaceae для вертикального овощеводства



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Вертикальное овощеводство – передовое направление овощеводства защищённого грунта. Расширение биоразнообразия растений для вертикального овощеводства происходит за счёт зеленных культур. Представители семейства Lamiaceae хорошо известны как ароматические и медицинские растения с высоким содержанием антиоксидантов. Это позволяет использовать их как листовые овощи в программах по функциональному питанию. Цель исследований: анализ биохимического состава листовой массы растений семейства Lamiaceae, культивируемых на многоярусной узкостеллажной гидропонике (МУГ).

Материалы и методы. Материалы исследований: растения: *Monarda fistulosa* L. (селекционный образец №5 Ю.П.), *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag. (сорт Симка), *Melissa officinalis* L. (сорт Жемчужина) и вторичные метаболиты: флавоноидный гликозид линарозид и стероидный гликозид молдстим. Растения семейства Lamiaceae культивировали на пятиярусной гидропонной установке. При проведении исследований использовали аналитические: определение содержания сухого вещества, аскорбиновой кислоты, суммарного содержания хлорофиллов и каротиноидов, суммарного содержания антиоксидантов; и статистические методы: однофакторный дисперсионный анализ (Microsoft Excel, 2003), двухфакторный дисперсионный анализ.

Результаты исследований. Первый опыт культивирования растений семейства Lamiaceae на пятиярусной гидропонной установке был успешен. Расположение на разных ярусах конструкции не влияет на содержание сухого вещества, аскорбиновой кислоты и суммарное содержание хлорофиллов в надземной части растений *Monarda fistulosa* L. Содержание сухого вещества и суммарное содержание антиоксидантов существенно выше в надземной части растений *Monarda fistulosa* L. первой срезки. Можно рекомендовать листья растений *Monarda fistulosa* L. первой срезки как полезные добавки в схеме функционального питания. Обработка семян водными растворами вторичных метаболитов может существенно увеличить вес надземной части растений семейства Lamiaceae.

Ключевые слова: Вертикальное овощеводство, растения семейства Lamiaceae, листовая масса, биохимический состав.

Plant of Lamiaceae family for cultivation at the vertical hydroponic installation

ABSTRACT

Relevance. Vertical farming – is a new and advanced direction in greenhouse vegetable cultivation. Expansion biodiversity of plants for vertical farming occur with help of green leafy vegetables. Plants of Lamiaceae family are well known as aromatic and medicinal plants with high content of substances with antioxidant activity. It allows use these plants as a base for the functional nutrition. Leafy parts the plants of Lamiaceae family may be used as aromatic and healthy additions to traditional foods, such as salads, soups and sauces. Goal of the study: analysis the biochemical composition of leafy parts plants of Lamiaceae family, cultivated at the multi circle hydroponic construction.

Materials and methods. 1) Plants: *Monarda fistulosa* L. (the breeding sample №5 U.P.), *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag. (Simka variety), *Melissa officinalis* L. (Zhemchuzhina variety). 2) secondary metabolites: flavonoid glycoside linarozid and steroid glycoside moldstim.

Methods. 1) cultivation of plants Lamiaceae family at the 5 circles hydroponic construction; 2) analytic methods: determination of dry matter content, determination of ascorbic acid content, determination sum of chlorophylls and carotenoids, determination sum of antioxidants; 3) statistical methods.

Results. First experiment the cultivation of plants Lamiaceae family at the multi circle hydroponic construction was successful. Location of plants at different circles of hydroponic installation didn't influence the content of dry matter, ascorbic acid and sum of chlorophylls in leafy parts of plants *Monarda fistulosa* L. The content of dry matter and sum of antioxidants in leafy parts of *Monarda fistulosa* L. plants of the first cutting is significantly higher than of other cuttings. So, we can recommend the leaves of *Monarda fistulosa* L. plants of the first cutting for the healthy additions in the scheme of the functional nutrition. Seed treatment with water solutions of secondary metabolites changed significantly the weight of leaves: it was increased in *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag. and in *Melissa officinalis* L.

Keywords: vertical farming, plants Lamiaceae family, leafy parts of plants, biochemical composition.

Введение

Прогресс Российской Федерации в XXI веке обусловлен внедрением инноваций во многие отрасли народного хозяйства, в том числе, и в овощеводство. Передовое направление современного овощеводства защищённого грунта – это вертикальное овощеводство, позволяющее экономить энергетические и водные ресурсы за счёт использования вертикального пространства теплиц. Урожай зеленных культур на вертикальной гидропонике типа Plenty в 530 раз выше, чем в открытом грунте. Объем рынка вертикального овощеводства в мире растёт в геометрической прогрессии и к 2025 году ожидается увеличение его объёмов до 6,0-9,0 млрд долларов [1,2]. Регулярное снабжение населения свежими овощами очень важно для северных территорий, на которых проживает в настоящее время большая часть населения Российской Федерации. Используя отбор по спорофиту и целевую гибридизацию, мы получили новые сорта томата для МУГ [3]. Считаём необходимым расширить биоразнообразие растений для культивирования на многоярусных гидропонных установках.

Растения семейства *Lamiaceae* хорошо известны как ароматические и медицинские растения с высоким содержанием эфирных масел. Основную группу полезных соединений, содержащихся в эфирных маслах, составляют монотерпены и их производные, обладающие антиоксидантной активностью. Исследователи Калининградского ботанического сада показали, что надземная часть растения *Monarda fistulosa* содержит 5,52 мг/г антиоксидантов фенольной природы [4]. Это побудило нас исследовать растения семейства *Lamiaceae* в качестве листовых овощей для будущих программ по функциональному питанию. Мы полагаем, что листовые части растений данного семейства могут использоваться, как ароматические и вкусовые добавки к традиционным блюдам, таким, как салаты, супы и соусы. Однако это требует проведения дополнительных работ, направленных на изучение биохимического состава надземной части растений семейства *Lamiaceae*.

Цель исследований: анализ биохимического состава надземной части растений семейства *Lamiaceae*, культивируемых на многоярусной узкостеллажной гидропонике (МУГ).

Задачи исследований:

1. Изучить биохимический состав надземной части растений семейства *Lamiaceae*, выращенных на разных ярусах пятиярусной гидропонной конструкции.
2. Оценить изменения биохимического состава растений семейства *Lamiaceae* – в зависимости от времени срезки надземной части на зелень.
3. Исследовать влияние вторичных метаболитов класса гликозидов на массу листовую часть растений семейства *Lamiaceae*.

Материалы и методы исследований

Объекты исследований:

1. Растения: *Monarda fistulosa* L. (селекционный образец №5 Ю.П.), *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag. (сорт Симка), *Melissa officinalis* L. (сорт Жемчужина). **Материалом исследований** служила надземная часть данных растений, полученная при срезке на зелень.
2. **Вторичные метаболиты:** флавоноидный гликозид линарозид, полученный методом экстракции и последующей адсорбционно-распределительной хроматографии из *Linaria vulgaris* Mill. L. [5]; стероидный гликозид молдстим, полученный аналогичным методом из семян *Capsicum annuum* L. **Материалом исследований** служили 0,001%-ные водные растворы данных соединений,

которыми обрабатывали семена растений семейства *Lamiaceae*.

Методы исследований:

1. Культивирование растений семейства *Lamiaceae* на пятиярусной узкостеллажной гидропонике. Рассадку выращивали в стандартных кассетах в рассадном отделении теплицы «Ришель» с поликарбонатным типом покрытия. В качестве корнеобитаемой среды использовали торфяной питательный субстрат. Семена высевали в заранее подготовленные (наполненные торфом) кассеты. С появлением 5-го настоящего листа, растения, высаживали в горшки и размещали на столах в рассадном отделении данной теплицы. Через неделю растения размещали на установке (рис. 1). Для выращивания растений использовали питательный раствор, который был разработан ранее [6]. Источниками света служили лампы ДнаЗ-400 (ООО «Рефлекс»). При выращивании растений поддерживали температуру воздуха в пределах +22+24°C днём и +18+20°C ночью, относительную влажность воздуха в пределах 50-60%. Продолжительность светового периода – 16 час/сутки.

2. Аналитические методы исследований. Содержание сухого вещества в надземной части растений определяли по методике Ермакова А.И. и др. [7]. Оценку содержания аскорбиновой кислоты (витамина С) проводили по методу Сапожниковой Е.В., Дорофеевой Г.П. [8]. Суммарное содержание хлорофиллов и каротиноидов оценивали по методике Н.К. Lichtenthaler [9]. Суммарное содержание антиоксидантов в водных растворах определяли по методу Максимова Т.В. и др. [10].

3. Статистические методы исследований. Статистическую обработку данных экспериментов проводили с помощью однофакторного дисперсионного анализа (Microsoft Excel, 2003), двухфакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [11].



Рис. 1. Культивирование растений семейства *Lamiaceae* на установке пятиярусной узкостеллажной гидропонике. Теплица «Ришель» (производство Франция) с поликарбонатным типом покрытия. ФГБНУ ФНЦО, 2018 год
Fig. 1. Cultivation plants of *Lamiaceae* family at the multi circle hydroponic installation. Greenhouse «Rishel» (made in France) with polycarbonate cover. FSBSI FSVС, 2018

Результаты исследований

Изучение биохимического состава надземной части проводили на растениях *Monarda fistulosa* L., которые возделывались на разных ярусах пятиярусной гидропонной конструкции в 2018 году. Исследовали содержание сухого вещества, витамина С и суммарное содержание хлорофиллов с помощью приведенных выше методов. После статистической обработки результатов эксперимента существенных различий в содержании данных компонентов выявлено не было (рис. 2-4). Следовательно, культивировать растения *Monarda fistulosa* L. можно на всех ярусах установки.

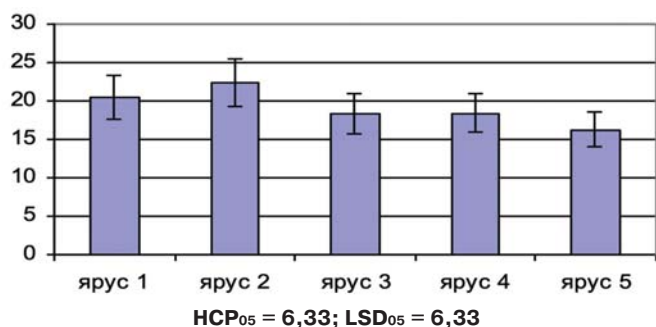


Рис. 2. Содержание сухого вещества в надземной части растений *Monarda fistulosa* L., %, на пяти ярусах установки МУГ. ФГБНУ ФНЦО, 2018 год
Fig.2. Dry matter content in *Monarda fistulosa* L. leaves depends on the circle of multi circle hydroponic installation (MHI), %. FSBSI FSVC, 2018

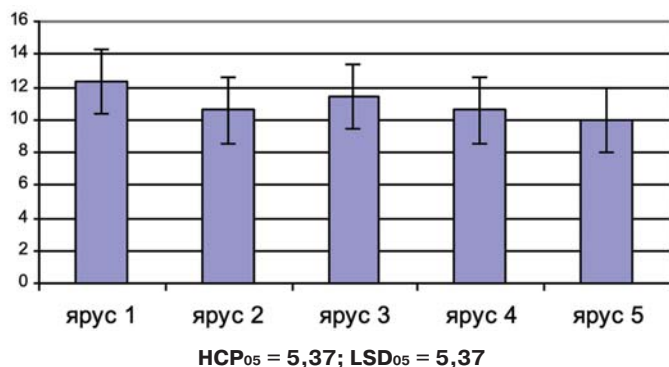


Рис.3. Содержание аскорбиновой кислоты в надземной части растений *Monarda fistulosa* L., мг/%, на пяти ярусах установки МУГ. ФГБНУ ФНЦО, 2018 год
Fig.3. Ascorbic acid content in *Monarda fistulosa* L. leaves depends on the circle of multi circle hydroponic installation (MHI), mg/%. FSBSI FSVC, 2018

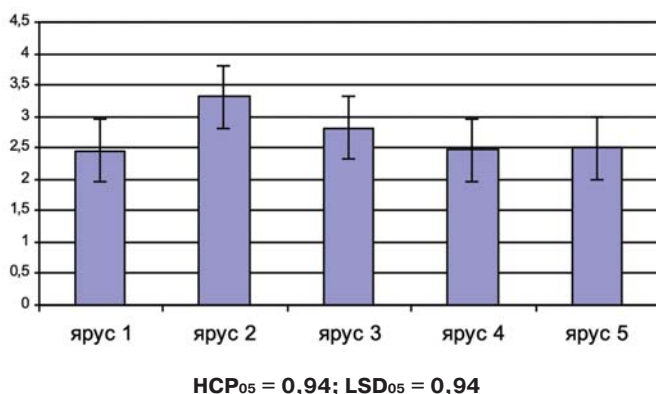


Рис.4. Содержание суммы хлорофиллов в надземной части растений *Monarda fistulosa* L., мг/г, на пяти ярусах установки МУГ. ФГБНУ ФНЦО, 2018 год
Fig.4. Sum of chlorophylls content in *Monarda fistulosa* L. leaves depends on the circle of multi circle hydroponic installation (MHI), mg/g. FSBSI FSVC, 2018

Но содержание биохимических компонентов в надземной части существенно изменяется в зависимости от времени срезки растений на зелень. Как и ожидалось, содержание сухого вещества и суммарное содержание антиоксидантов (в единицах галловой кислоты) существенно выше в надземной части растений *Monarda fistulosa* L. первой срезки (рис.5,6). Однако содержание сухого вещества достаточно высокое (сравнимое с первой срезкой) и в надземной части растений четвёртой срезки (рис.5). Это можно объяснить успешным отрастанием зелени *Monarda fistulosa* L. после трёх срезок. Но суммарное содержание антиоксидантов в надземной части растений четвёртой срезки, конечно, существенно ниже исходного показателя (рис.6). Удивительным является тот факт, что содержание каротиноидов в надземной части третьей срезки было существенно выше, чем содержание каротиноидов в надземной части первой срезки (рис.7). Этот факт требует проведения дополнительных исследований.

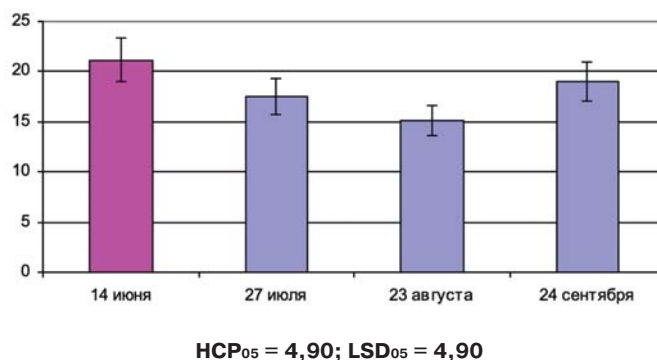


Рис. 5. Содержание сухого вещества в надземной части растений *Monarda fistulosa* L., %, в зависимости от даты срезки. ФГБНУ ФНЦО, 2018 год
Fig.5. Dry matter content in *Monarda fistulosa* L. leaves, %, depends on the date of cutting. FSBSI FSVC, 2018

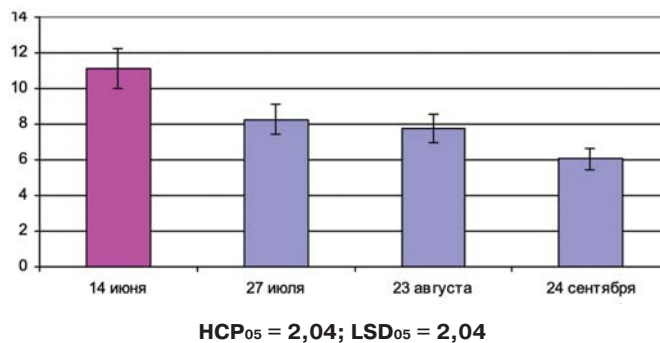


Рис. 6. Содержание аскорбиновой кислоты в надземной части растений *Monarda fistulosa* L., мг/%, в зависимости от даты срезки. ФГБНУ ФНЦО, 2018 год
Fig.6. Ascorbic acid content in *Monarda fistulosa* L. leaves, (mg/%), depends on the date of cutting. FSBSI FSVC, 2018

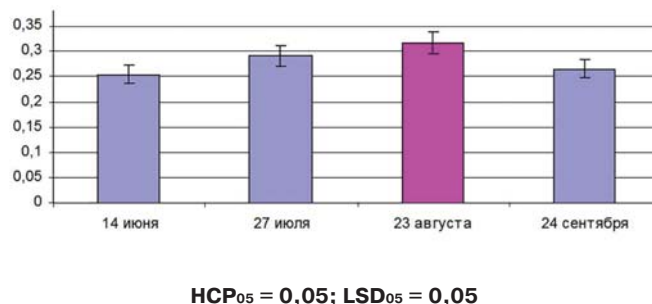


Рис. 7. Содержание суммы каротиноидов в надземной части растений *Monarda fistulosa* L., мг/г, в зависимости от даты срезки. ФГБНУ ФНЦО, 2018 год
Fig.7. Sum of carotenoids in *Monarda fistulosa* L. leaves, mg/g, depends on the date of cutting. FSBSI FSVC, 2018

Таблица. Влияние вторичных метаболитов на вес листовой массы растений, ФГБНУ ФНЦО, 2019
Table. Influence of Secondary Metabolites on the Weight Above Part of Some Leafy Plants. FSVС, 2019

Культуры, фактор А	Варианты обработок, В	Листовая масса растений, г					Σ _v	б	Отклонение от St
		I	II	III	IV	V			
<i>Monarda citriodora</i> Cerv. ex Lag.	Стандарт -вода	2,6	1,0	1,2	2,6	3,6	11,0	2,2	St
	Линарозид, 0,001%	5,6	27,0	21,2	5,4	25,6	84,8	17,0	+14,8
	Молдстим, 0,001%	1,8	23,2	8,0	11,4	7,2	51,6	10,3	+8,1
<i>Monarda fistulosa</i> L.	Стандарт -вода	29,0	29,6	23,0	18,8	1,8	102,2	20,4	St
	Линарозид, 0,001%	1,2	5,0	14,2	2,4	14,8	37,6	7,5	- 12,9
	Молдстим, 0,001%	4,6	14,8	11,8	16,6	6,8	54,6	10,9	- 9,5
<i>Melissa officinalis</i> L.	Стандарт -вода	23,8	22,4	18,4	19,0	4,4	88,0	17,6	St
	Линарозид, 0,001%	26,2	22,6	21,2	16,0	21,6	107,6	21,5	+ 3,9
	Молдстим, 0,001%	8,0	11,6	10,0	13,2	2,6	45,4	9,1	- 8,5
	Σ _p	102,8	157,2	129,0	105,4	88,4	582,8	LSD ₀₅	8,1

Обработка семян водными растворами вторичных метаболитов растений привела к интересным результатам. Масса листьев растений *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag. существенно увеличивалась, у растений *Monarda fistulosa* L. существенно снижалась, у *Melissa officinalis* L. оставалась без изменений (табл.). Это можно объяснить высоким содержанием антиоксидантов фенольной природы в надземной части *Monarda fistulosa* L. [4].

Заключение

В статье приведены первые экспериментальные сведения, полученные в результате культивирования зеленных культур семейства *Lamiaceae* на многоярусной гидропонной установке. Данные культуры относят также к эфиромасличным и медицинским растениям. Первый опыт их культивирования выявил следующие особенности:

1. Растения семейства *Lamiaceae* могут культивироваться на многоярусных гидропонных конструкциях.

2. Расположение на разных ярусах конструкции не влияет на содержание сухого вещества, витамина С и суммарное содержание хлорофиллов в надземной части растений *Monarda fistulosa* L..

3. Содержание сухого вещества и суммарное содержание антиоксидантов существенно выше в надземной части растений *Monarda fistulosa* L. первой срезки, чем в надземной части второй и последующих срезов. Поэтому мы можем рекомендовать листья растений *Monarda fistulosa* L. первой срезки как наиболее полезные добавки в схеме функционального питания.

4. Обработка семян водными растворами вторичных метаболитов изменяет вес листовой массы растений семейства *Lamiaceae*: он увеличивается у *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag., но снижается у *Monarda fistulosa* L..

Об авторах:

Балашова Ирина Тимофеевна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории новых технологий, <https://orcid.org/0000-0001-7986-2241>, Researcher ID: V-5031-2018
Беспалько Леся Владимировна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории зеленных, пряновкусовых и цветочных культур
Молчанова Анна Владимировна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, <http://orcid.org/0000-0002-7795-7463>, Scopus ID 56059137200, ResearcherID: U-7269-2018
Пинчук Елена Владимировна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаб. новых технологий, <https://orcid.org/0000-0003-0824-8864>
Машенко Наталья Евгеньевна – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологически активных веществ

About the authors:

Irina T. Balashova – Doc. Sci. (Biology), Chief researcher, <https://orcid.org/0000-0001-7986-2241>, Researcher ID: V-5031-2018
Lesya V. Bepalko – Cand. Sci. (Agriculture), senior researcher of leafy vegetables laboratory
Anna V. Molchanova – Cand. Sci. (Agriculture), senior researcher of analytical center, <http://orcid.org/0000-0002-7795-7463>, Scopus ID 56059137200, ResearcherID: U-7269-2018
Elena V. Pinchuk – Cand. Sci. (Agriculture), senior researcher of new technologies laboratory, <https://orcid.org/0000-0003-0824-8864>
Natalia E. Maschenko – Doc. Sci. (Chemistry), leader researcher of biologically active substances laboratory

Литература

- Global Industry Report, 2014-2025, April, 2017, Report ID: IVR 1-68038-797-1.
- <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/vertical-farming-market>.
- Balashova I.T., Sirota S.M., Kozar E.G., Pivovarov V.F. Target tomato breeding for special hydroponic technology. In: *Abstracts of 20th EUCARPIA Congress, 29August-1September, 2016, Zurich, Switzerland*. P.343. ISBN 978-3906804-22-4.
- Федотов С.В. Эфирные масла и их влияние на высшую нервную деятельность человека. *Сборник научных трудов ГНБС*. Ялта, Крым. 2015;(141):131-147.
- Машенко Н.Е., Боровская А.Д., Гуманюк А.В., Балашова И.Т., Козарь Е.Г. Эффективность действия регуляторов природного происхождения при выращивании моркови. *Овощи России*. 2018;(1):74-78. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-74-78>
- Сирота С.М., Балашова И.Т., Козарь Е.Г., Митрофанова О.А., Аутко А.А., Долбик М.А. Первые результаты селекции сортов и гибридов томата для многоярусной узкостеллажной гидропонии. *Теплицы России*. 2014;(3):58-62.
- Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуван Ю.А., Луквонникова Г.А., Иконникова М.И. Биохимические методы исследований. *Агрпромиздат*, 1987. 430с..
- Сапожников Е.В., Дорофеева Н.П. Определение аскорбиновой кислоты в окрашенных частях травянистых растений йодометрическим методом. *Пищевая индустрия и овощеводство*. 1966;(5):29-31.
- Lichtenthaler H.K., Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Method of Enzymology*. 1987;(148):50-382.
- Максимова Т.В., Никулин И.Н., Пахомов В.П., Шкарина Е.И., Шумакова З.В., Арзамасцев А.П. Способ определения антиоксидантной активности. Патент РФ №2170930 С1 М. 2001. С.1.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: *Агрпромиздат*, 1985. 351с.

References

- Global Industry Report, 2014-2025, April, 2017, Report ID: IVR 1-68038-797-1.
- <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/vertical-farming-market>.
- Balashova I.T., Sirota S.M., Kozar E.G., Pivovarov V.F. Target tomato breeding for special hydroponic technology. In: *Abstracts of 20th EUCARPIA Congress, 29August-1September, 2016, Zurich, Switzerland*. P.343. ISBN 978-3906804-22-4.
- Fedotov S.V. Essential oils and their influence on the higher nervous activity of a man. *Proceedings of the Great Nikitskiy Botanical Garden. Ialta, Krym*, 2015;(141)631-147. (in Russian)
- Maschenko N.E., Borovskaya A.D., Gumaniuk A.V., Balashova I.T., Cozar E.G. Efficiency of natural growth regulators in carrot production. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(1):74-78. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-74-78>
- Sirota S.M., Balashova I.T., Kozar E.G., Mitrofanova O.A., Autko A.A., Dolbik M.A. First results of tomato varieties and hybrids breeding for multi circle hydroponics on narrow banches. *Greenhouses of Russia*. 2014;(3):58-62. (in Russian)
- Ermakov A.I. Arasimowicz V.V., Yarosh N.P., Peruvian Y.A., Lukovnikova G.A., Ikonnikova M.I. Biochemical research Methods. L., *Agropromizdat*, 1987. 430 p. (in Russian)
- Sapozhnikova E.V., Dorofeeva H.P. Determination of Ascorbic acid in the painted herbal tonic iodometric method. *Canning and vegetable industry*. 1966;(5):29-31. (in Russian)
- Lichtenthaler H.K., Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Method Enzymol*. 1987;(148):350-382.
- Maksimova T.V., Nikulin I. N., Pahomov V.P., Shkarina E. I., Chumakova Z. V., Arzamastsev A.P. A way of determination of antioxidant activity. Pat. RF 2170930 C1 M. 2001 (in Russian)
- Dospikhov B.A. Methods of the field experiments. M.: *Kolos*, 1985. 416 p (in Russian)