

А. М. Пашкевич, аспирант, заведующий сектором бобовых
овощных культур
РУП «Институт овощеводства», аг. Самохваловичи, Минский район

РАЗВИТИЕ ЛИСТОВОГО АППАРАТА ГОРОХА ОВОЩНОГО В КУЛЬТУРЕ МИКРОЗЕЛЕНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследования формирования листового аппарата микрозеленью гороха овощного в зависимости от интенсивности светодиодного освещения – 50, 100, 150, 200 и 250 мкмоль/м²·с. При оценивании длины и ширины листочка, расчетывании индекса и площади листочка, а также площади совокупной листовой поверхности на 10-е сутки выращивания микрозелени установлено, что наиболее сформированными листочками обладали образцы гороха овощного, выращиваемые под светодиодным освещением с интенсивностью 100 мкмоль/м²·с, в то время как меньшими биометрическими показателями листового аппарата микрозелени обладали растения, выращиваемые при контрольной интенсивности 200 мкмоль/м²·с и опытных интенсивностях 50 и 150 мкмоль/м²·с.

Ключевые слова: микрозелень; горох овощной; светодиодное освещение; интенсивность светодиодного освещения; биометрические показатели листового аппарата.

ВВЕДЕНИЕ

Микрозелень (Microgreens) – это новый класс съедобных специализированных растений, определяемых как нежная незрелая зелень, произведенная из семян овощей, трав или зерновых культур, включая дикие виды [1]. В зависимости от вида и условий выращивания микрозелень обычно собирают на уровне почвы, то есть у основания гипокотилей, после появления первой пары настоящих листьев, когда семядоли полностью расширены, обычно в течение 7–21 дня после прорастания семян в зависимости от вида растения [2]. Новая идея микрозелени возникла в конце 1980-х гг. в Сан-Франциско (Калифорния), и с тех пор она активно воплощается в практику в других западных и азиатских странах, особенно в последние два десятилетия, благодаря насыщенным цветам, тонким структурам, уникальным свойствам, улучшающим вкус гарниров (использование микрозелени при приготовлении салатов, бутербродов, супов, десертов и напитков), а также из-за повышенного содержания в микрозелени фитонутриентов и ее биоактивной ценности [3, 4].

Обычно микрозелень потребляется в сыром виде, так как сохраняются все полезные свойства, благодаря чему данный класс органической продукции

относится к категории «функциональных продуктов». Помимо основной функции обеспечения питательными веществами, она обладает свойствами, способствующими укреплению здоровья [1]. Зарубежные исследователи – Pinto, Хiao и другие выявили, что микрозелень содержит большое количество фитонутриентов (аскорбиновая кислота, β -каротин, α -токоферол и филлохинон) и минералов (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Se и Mo), а также более низкое содержание нитратов по сравнению с их аналогами из зрелых листьев, плодов и семян. Вместе с тем микрозелень отличается от проростков, несмотря на то, что оба продукта употребляются в незрелом состоянии [4]. Проростки, как правило, выращиваются в темных, насыщенных влажностью условиях, способствующих распространению микробов, и их потребление, в отличие от микрозелени, связано со вспышками пищевых отравлений микробного происхождения [5]. В основном в микрозелени используются виды, принадлежащие семействам *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Amarillydaceae*, *Amaranthaceae*, *Cucurbitaceae*. Особую популярность в качестве растений для производства микрозелени приобрели культуры семейства *Fabaceae* (Бобовые), особенно горох овощной. Из-за высокой питательной ценности, обилия минералов и вторичных метаболитов, микрозелень гороха стала ценным компонентом основных функциональных продуктов питания [6]. Она имеет огромное продовольственное значение, обеспечивая людей необходимыми для жизни биохимическими компонентами: «медленными» углеводами с низким гликемическим индексом, витаминами группы B, C, E, липидами, белком, солями фосфора, калия, кальция, магния [7–9].

Вместе с тем микрозелень выращивается в закрытых контролируемых условиях (CEA, controlled-environment agriculture) [10], в которых свет является одним из наиболее важных факторов для растений, поскольку он представляет собой не только источник энергии для фотосинтеза, но и сигнал для множества физиологических реакций. Качество света (длина волны), продолжительность (фотопериод) и, самое важное, количество света (интенсивность) являются ключевыми компонентами условий освещения [11]. Наиболее перспективная производственная стратегия микрозелени – круглогодичное поступление данного функционального продукта потребителю на постоянной основе – заключается в использовании искусственного освещения, особенно актуального для нашей широты, обеспеченной в октябре – феврале только на 25 % от интеграла дневного света на открытом воздухе. Исходя из этого, и в нашей стране, и во всем мире использование искусственных светодиодных источников света в культуре микрозелени ведется в направлении поиска оптимальных режимов освещения, обеспечивающих как высокий биохимический состав, так и высокие продукционно-биометрические характеристики данного продукта [12–16]. Однако в зарубежной литературе встречается крайне ограниченное количество информации об интенсивности светодиодного освещения при выращивании микрозелени, а в отечественной литературе эти данные отсутствуют вовсе. Сдерживающим фактором получения микрозелени является недостаточная изученность вопроса режимов освещения как

во всем мире, так и в нашей стране: в Республике Беларусь исследования по данному вопросу ранее не проводились. По этой причине целью наших исследований явилось изучение влияния интенсивности искусственного освещения на основе светодиодов на морфобиометрические показатели листового аппарата микрозелени гороха овощного.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнялись на образцах микрозелени гороха овощного (сорт Павлуша), семена которого отбирались из существующей коллекции генетических ресурсов овощных культур РУП «Институт овощеводства». Предварительно была определена лабораторная всхожесть и энергия прорастания отобранных семян лабораторным методом для исключения фактора использования посевного материала с низкими кондиционными показателями. Установленная всхожесть находилась на уровне 95–98 %, энергия прорастания – 93–97 %. Посевной материал гороха овощного промывался и выдерживался в отстоянной воде (комнатной температуры +22 °С, рН – 7,7, содержание хлора – не более 1,1 мг/л) в течение 12 часов. Перед посевом семена дезинфицировались 3 %-м раствором перекиси водорода и снова промывались, посев выполнялся сплошным методом из расчета 120 шт. семян на делянку. Полив осуществлялся через сутки по 60 мл на делянку отстоянной водопроводной водой ранее указанных характеристик.

Культивирование микрозелени проводилось в полипластовых поддонах (179×132 мм, объемом 750 мл), стерилизуемых 96 %-м этиловым спиртом. В качестве грунта для выращивания использовался подготовленный торфяной субстрат, проавтоклавированный в паровом автоклаве ВК-75-01 (время стерилизационной выдержки – 20 мин. при температуре 132 ± 2 °С и давлении 0,1 МПа). Опыты закладывались в 3-кратной повторности в три цикла выращивания. Расположение делянок случайное (рэндомизированное), размер одной делянки составлял 237 см² (17,9×13,2 см), площадь под одним вариантом – 0,4 м².

Выращивание опытных растений осуществлялось в условиях светокультуры в фитотроне, оснащенном облучательной фитоустановкой стеллажного типа FLORA LED 300/2/4 разработки и производства Государственного научно-производственного унитарного предприятия «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси». Установка была оснащена десятью светодиодными светильниками ДСП08-3×12-004 УХЛ4. Растения выращивались при пяти значениях интенсивности светодиодного освещения – 50, 100, 150, 200 и 250 мкмоль/м²·с. В качестве контроля принималась интенсивность, равная 200 мкмоль/м²·с, рекомендуемая ООО «Институт Гипронисельпром» Министерства сельского хозяйства РФ в качестве оптимальной для зеленных и рассады ряда овощных культур [17].

Биометрические измерения длины и ширины листочка, подсчет индекса листочка выполнялись по общепринятой методике [18], определение площади листочков, а также площади совокупной листовой поверхности проводилось

путем сканирования листовых пластин с использованием программного средства APFill Ink Toner Coverage Meter 5.8 [19]. Все измерения и определения осуществлялись в 3-кратной повторности с последующей статистической обработкой экспериментальных данных по методике, принятой для биологических исследований с использованием программ Microsoft Office Excel 2007 и Statistika [20, 21].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценивание развития листового аппарата микрорзелени гороха овощного сорта Павлуша велось с 5-х суток выращивания, то есть времени, когда листовые пластинки разворачивались и предоставлялось возможным измерить длину и ширину листочка, а также оценить его индекс и площадь. Ввиду того, что для гороха овощного характерны парноперистые 2-х–3-листочковые листья, была проведена отдельная оценка 1-го, 2-го и 3-го листочков по вышеуказанным параметрам, а также была определена площадь совокупной листовой поверхности со всего опытного растения (табл. 1).

На 5-е сутки выращивания микрорзелени были установлены несущественные различия по площади совокупной листовой поверхности во всех вариантах опыта по сравнению с контролем, а также не было установлено достоверного влияния светодиодного освещения на развитие листового аппарата в течение первых 5-ти суток выращивания (отсутствовали статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$). Воздействие интенсивности освещения на площадь листа и различия по площади совокупной листовой поверхности начали появляться в культуре микрорзелени среди растений гороха овощного на 6-е сутки выращивания, все ярче проявляясь с каждым последующими сутками выращивания (см. табл. 1). Лидирующее положение по исследуемому признаку на протяжении 6-х и 7-х суток выращивания принадлежало образцам с интенсивностью светодиодного освещения, равной $150 \text{ мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$, а начиная с 8-х суток и до сбора урожая (10-е сутки) лидирующее положение заняли образцы с интенсивностью освещения в $100 \text{ мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$ (рис.).

На 10-е сутки выращивания микрорзелени наиболее сформированными листочками обладали образцы гороха овощного, выращиваемые под светодиодным освещением с интенсивностью $100 \text{ мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$, для которых была характерна площадь 1-го, 2-го и 3-го листочков, равная $427,3 \pm 7,9 \text{ мм}$, $716,0 \pm 6,4$ и $632,7 \pm 12,1 \text{ мм}$ соответственно. Меньшие биометрические показатели листового аппарата микрорзелени показали опытные растения, выращиваемые при контрольной интенсивности $200 \text{ мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$ и опытных интенсивностях 50 и $150 \text{ мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$ (табл. 2). Было отмечено, что преимущество по площади отдельных листочков коррелировало с преимуществом по площади совокупной листовой поверхности гороха овощного.

Сопоставление биометрических показателей листового аппарата опытных образцов микрорзелени гороха овощного на момент сбора урожая (10-е сутки) показало существенные различия при разной интенсивности светодиодного

Таблица 1 – Площадь совокупной листовой поверхности микрозелени гороха овощного при разной интенсивности освещения, мм²

Интенсивность освещения, мкмоль/м ² ·с	5-е сутки		6-е сутки		7-е сутки		8-е сутки		9-е сутки		10-е сутки	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>
200 – контроль	101,0 ± 0,1	–	270,1 ± 0,1	–	400,2 ± 0,1	–	540,1 ± 0,2	–	720,3 ± 0,1	–	920,3 ± 0,1	–
50	100,1 ± 0,1	-1,2	360,4 ± 0,1	11,3*	540,7 ± 0,2	8,7*	660,8 ± 0,2	4,2*	840,4 ± 0,2	6,2*	980,4 ± 0,2	3,1*
100	102,1 ± 0,1	10,8*	610,0 ± 0,1	44,7*	960,3 ± 0,2	23,5*	1160,6 ± 0,3	19,2*	1500,2 ± 0,1	51,4*	1730,6 ± 0,2	29,7*
150	101,1 ± 0,1	1,6	620,4 ± 0,1	67,1*	970,6 ± 0,3	21,1*	1020,3 ± 0,1	22,5*	1240,8 ± 0,2	21,2*	1340,4 ± 0,2	17,9*
250	101,0 ± 0,1	1,9	430,3 ± 0,1	13,9*	640,2 ± 0,2	10,9*	730,4 ± 0,2	6,7*	920,2 ± 0,1	21,7*	1140,4 ± 0,2	8,8*

* Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

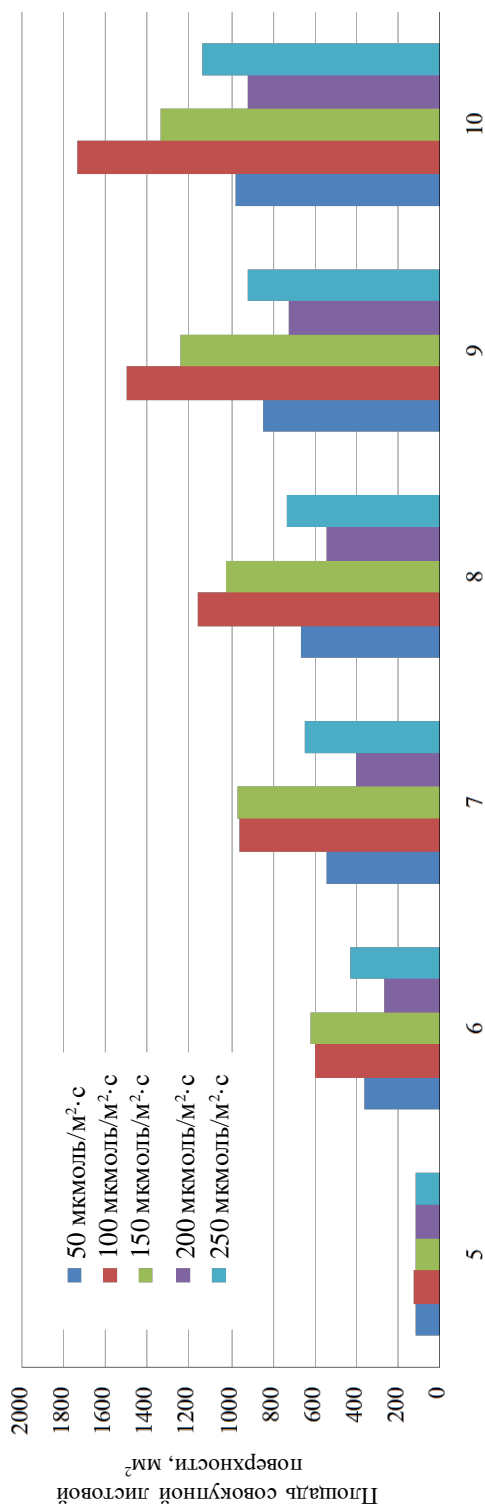


Рисунок – Площадь совокупной листовой поверхности микрозелени гороха овощного при разной интенсивности светодиодного освещения

Таблица 2 – Биометрические показатели листового аппарата микрозелени гороха овощного на 10-е сутки выращивания при разной интенсивности светодневного освещения

Интенсивность освещения, мкмоль/м ² ·с	Длина (d), мм		Ширина (l), мм		Индекс, d/l		Площадь, мм ²	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
1-й листочек								
200 – контроль	8,1 ± 0,1	–	7,1 ± 0,1	–	1,1 ± 0,1	–	212,7 ± 1,8	–
50	10,1 ± 0,1	16,5*	5,1 ± 0,1	-17,3*	2,0 ± 0,1	21,0*	243,7 ± 7,4	3,4*
100	9,2 ± 0,1	9,2*	6,8 ± 0,3	-1,1	1,4 ± 0,1	3,0	427,3 ± 7,9	25,0*
150	9,0 ± 0,1	7,9*	6,1 ± 0,1	-8,7*	1,5 ± 0,1	11,8*	257,3 ± 11,8	3,4*
250	9,1 ± 0,1	7,8*	5,1 ± 0,1	-17,3*	1,8 ± 0,1	16,5*	244,0 ± 8,7	3,0*
2-й листочек								
200 – контроль	7,2 ± 0,1	–	5,2 ± 0,1	–	1,4 ± 0,1	–	427,0 ± 6,4	–
50	9,1 ± 0,1	11,0*	6,1 ± 0,1	3,2*	1,5 ± 0,1	2,6	458,0 ± 3,5	2,8*
100	10,1 ± 0,1	14,6*	8,2 ± 0,1	11,8*	1,2 ± 0,1	-2,1	716,0 ± 6,4	22,7*
150	9,2 ± 0,1	9,9*	7,0 ± 0,1	7,4*	1,3 ± 0,1	-0,8	469,0 ± 9,6	2,9*
250	10,2 ± 0,1	14,7*	10,2 ± 0,1	20,2*	1,1 ± 0,1	-7,6*	556,3 ± 16,7	6,5*
3-й листочек								
200 – контроль	9,0 ± 0,1	–	7,1 ± 0,1	–	1,3 ± 0,1	–	314,0 ± 5,0	–
50	9,1 ± 0,1	3,5*	8,2 ± 0,1	6,2*	1,1 ± 0,1	-4,2*	416,3 ± 6,9	8,8*
100	10,0 ± 0,1	9,5*	10,0 ± 0,1	20,8*	1,0 ± 0,1	-12,8*	632,7 ± 12,1	21,1*
150	9,1 ± 0,1	2,9*	9,0 ± 0,1	13,3*	1,0 ± 0,1	-10,6*	641,7 ± 13,4	20,2*
250	9,1 ± 0,1	7,3*	10,2 ± 0,1	19,0*	1,0 ± 0,1	-13,7*	536,0 ± 21,2	9,5*

* Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

освещения. Как следует из таблицы 2, для 1-го листочка, который формируется до 5-ти суток культивирования, отмечено снижение ширины листовой пластинки на всех интенсивностях освещения, а для 2-го и 3-го листочков, которые формируются к 7-м суткам культивирования, отмечено увеличение численных листовых характеристик, что еще раз указывает на влияние интенсивности светодиодного освещения на микрозелень гороха овощного только с 5-ти суток выращивания.

Численное выражение выявленных относительных различий по совокупности анализируемых признаков (длина, ширина, индекс, площадь листочка, площадь совокупной листовой поверхности) микрозелени гороха овощного варьировало от 175,1 при 50 мкмоль/м²·с светодиодном освещении до 410,5 при 100 мкмоль/м²·с светодиодном освещении, что свидетельствовало о влиянии исследуемого фактора на биометрические показатели листа микрозелени гороха, особенно во втором случае (100 мкмоль/м²·с) (табл. 3). При этом во всех вариантах опыта в биометрических показателях листового аппарата было установлено доминирование относительных размеров позитивных сдвигов над негативными, что свидетельствовало об улучшении количественных характеристик по сравнению с контролем, в качестве которого был принят вариант с освещением 200 мкмоль/м²·с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа развития листового аппарата гороха овощного в культуре микрозелени в зависимости от интенсивности светодиодного освещения были установлены

Таблица 3 – Относительные различия биометрических показателей листового аппарата опытных образцов микрозелени гороха овощного на 10-е сутки выращивания при разной интенсивности светодиодного освещения с контрольной интенсивностью светодиодного освещения 200 мкмоль/м²·с, %

Интенсивность освещения, мкмоль/м ² ·с	1-й листочек			2-й листочек			3-й листочек			Совокупный эффект			
	Длина	Ширина	Индекс	Площадь	Длина	Ширина	Индекс	Площадь	Длина		Ширина	Индекс	Площадь
50	+24,7	-28,2	+81,8	+14,6	+26,4	+14,7	-	+7,3	+1,1	+15,5	-15,4	+32,6	+175,1
100	+13,6	-	-	+100,9	+40,3	+57,7	-	+67,7	+11,1	+40,8	-23,1	+101,5	+410,5
150	+11,1	-14,1	+36,4	+44,6	+27,7	+34,6	-	+8,9	+1,1	+26,8	-23,1	+104,4	+258,4
250	+12,3	-28,2	+63,6	+14,7	+41,6	+49,0	-21,4	+30,3	+1,1	+43,7	-23,1	+70,7	+254,3

многочисленные положительные различия биометрических показателей опытных растений по сравнению с контрольной интенсивностью светодиодного освещения 200 мкмоль/м²·с, что позволило установить оптимальную интенсивность для формирования листового аппарата, равную 100 мкмоль/м²·с.

Список использованных источников

1. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens / Z. Xiao [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2012. – Vol. 60. – P. 7644–7651.
2. Profiling polyphenols in five Brassica species microgreens by UHPLC-PDA-ESI/HMRSⁿ / J. Sun [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 61. – P. 10960–10970.
3. Microgreens: A new specialty crop : conf. paper / D. Treadwel [et al.] // University of Florida, 2010. – P. 1164.
4. Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens / M. C. Kyriacou [et al.] // *Trends in Food Science & Technology*. – 2016. – Vol. 57. – P. 103–115.
5. Ebert, A. W. Sprouts, microgreens, and edible flowers: the potential for high value specialty produce in Asia : conf. paper from the SEAVEG, 24–26 Jan. 2012 / A. W. Ebert. – Chiang Mai, 2012. – P. 216–227.
6. Small-seeded legumes as a novel food source. Variation of nutritional, mineral and photochemical profiles in the chain: raw seeds-sprouted seeds-microgreens / B. Butkutė [et al.] // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24. – P. 1–18.
7. Achievements and challenges in improving the nutritional quality of food legumes / M. C. Vaz Patto [et al.] // *Critical reviews in plant sciences*. – 2015. – Vol. 34, №. 1–3. – P. 105–143.
8. Путина, О. В. Углеводный состав семян и его связь с другими селекционно значимыми признаками у овощного гороха (*Pisum sativum* L.) в условиях Краснодарского края / О. В. Путина, С. В. Бобков, М. А. Вишнякова // *Сельскохозяйственная биология*. – 2018. – Т. 53. – № 1. – С. 179–188.
9. Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens / Z. Xiao [et al.] // *Postharvest Biology and Technology*. – 2015. – Vol. 110. – P. 140–148.
10. Turner, E. R. Microgreen nutrition, food safety, and shelf life / E. R. Turner, Y. Luo, R. Buchanan // *Journal of Food Science*. – 2020. – Vol. 85 (4). – P. 870–882.
11. Different Microgreen Genotypes Have Unique Growth and Yield Responses to Intensity of Supplemental PAR from Light-emitting Diodes during Winter Greenhouse Production in Southern Ontario, Canada / J. Chase [et al.] // *Scientia Horticulturae*. – 2020. – Vol. 55. – P. 156–163.
12. A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens / X. Zhang [et al.] // *Trends in Food Science & Technology*. – 2020. – Vol. 99. – P. 1–15.
13. Blue and Red LED Illumination Improves Growth and Bioactive Compounds Contents in Acyanic and Cyanic *Ocimum basilicum* L. Microgreens / A. Lobiuc [et al.] // *Molecules*. – 2017. – Vol. 22 (2111). – P. 1–14.

10. Changes in mineral element content of microgreens cultivated under different lighting conditions in a greenhouse / A. Brazaitytė [et al.] // Acta Horticulturae. – 2018. – Vol. 1227. – P. 507–516.

11. Comparison of LED and HPS illumination effects on cultivation of red pak choi microgreens under indoors and greenhouse conditions / A. Brazaitytė [et al.] // Acta Horticulturae. – 2020. – Vol. 1287. – P. 395–402.

16. Growth and morphology responses to narrow-band blue light and its co-action with low-level UVB or green light: A comparison with red light in four microgreen species / K. Yun [et al.] // Environmental and Experimental Botany. – 2020. – Vol. 178 (104189). – P. 1–11.

17. Светокультура растений: биофизические и биотехнологические основы / А. А. Тихомиров [и др.]. – Новосибирск : Изд. Сиб. отд. РАН, 2000. – 213 с.

18. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

19. Дмитриев, Н. Н. Методика ускоренного определения площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур с помощью компьютерной технологии / Н. Н. Дмитриев, Ш. К. Хуснидинов // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 7. – С. 88–93.

20. Боровиков, В. П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов / В. П. Боровиков. – СПб. : Питер, 2003. – Изд. 2-е. – 686 с.

21. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений / В. Д. Мятлев [и др.]. – М. : Академия. – 2009. – 320 с.

Поступила в редакцию 18 ноября 2022 г.

A. M. Pashkevich

THE DEVELOPMENT OF THE LEAF APPARATUS OF GARDEN PEAS IN THE CULTURE OF MICROGREENS, DEPENDING ON THE INTENSITY OF LED LIGHTING

SUMMARY

The study results of the formation of the leaf apparatus by microgreens of garden peas, depending on the intensity of LED lighting – 50, 100, 150, 200 and 250 mcM/m²·sec. When estimating the length and width of the leaf, calculating the index and the area of the leaf, as well as the area of the total leaf surface on the 10th day of growing microgreens, it was found that the most formed leaves were samples of garden peas grown under LED lighting with an intensity of 100 mcM/m²·sec. While plants grown at an intensity of 200 mcM/m²·sec and experimental intensities of 50 and 150 mcM/m²·sec had lower biometric indicators of the microgreens leaf apparatus.

Key words: microgreens; garden peas; LED lighting; intensity of LED lighting; biometric indicators of the leaf apparatus.