

УДК 635.4:631.589.2
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-45-53>

Пинчук Е.В.*¹, Беспалько Л.В.,
 Козарь Е.Г., Балашова И.Т.,
 Сирота С.М., Шевченко Т.Е.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14
 E-mail: * techh620@yandex.ru, lesa0501@mail.ru, kozar_eg@mail.ru, balashova56@mail.ru, sirota@vniissok.ru

Ключевые слова: овощи, салат, индау, горчица салатная, кресс-салат, гидропоника, многоярусная узкостеллажная установка, биохимические показатели.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Пинчук Е.В., Беспалько Л.В., Козарь Е.Г., Балашова И.Т., Сирота С.М., Шевченко Т.Е. ЦЕННАЯ ОВОЩНАЯ ЗЕЛЕНЬ НА ГИДРОПОНИКЕ ДЛЯ КРУГЛОГОДИЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ. Овощи России. 2019;(3):45-53.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-45-53>

Поступила в редакцию: 21.05.2019
Опубликована: 25.06.2019

Благодарность

Авторы выражают благодарность за проведение биохимического анализа Лабораторно-аналитическому отделу ФГБНУ ФНЦО во главе с заведующим отделом доктором биологических наук, профессором Надежкиным С.М. и непосредственным исполнителям старшим научным сотрудниками, кандидатам сельскохозяйственных наук Молчановой А.В., Антошкиной М.С., Ушаковой О.В.

Elena V. Pinchuk*, Lesya V. Bepalko,
 Elena G. Kozar, Irina T. Balashova,
 Sergey M. Sirota, Tatiana E. Shevchenko

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
 Selectionnaya str., 14, p. VNISSOK, Odintsovo district,
 Moscow region, Russia, 143072
 E-mail: techh620@yandex.ru, * lesa0501@mail.ru,
kozar_eg@mail.ru, balashova56@mail.ru,
sirota@vniissok.ru

Keywords: vegetables, lettuce, rocket salad, mustard salad, watercress, hydroponics, multi-level installation, biochemical parameters.

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

For citation: Pinchuk E.V., Bepalko L.V., Kozar E.G., Balashova I.T., Sirota S.M., Shevchenko T.E. VALUABLE VEGETABLE GREEN ON HYDROPONICS FOR SEASONAL USE. Vegetable crops of Russia. 2019;(3):45-53 (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-45-53>

Received: 21.05.2019
Accepted: 25.06.2019

Acknowledgment

The authors are grateful for carrying out the biochemical analysis of the Laboratory and analytical department of the FSBI of the Federal Scientific Vegetable Center, headed by the head of the department, Doctor of Biological Sciences, Professor S.M. Nadezhkin and direct executors to senior research associates, candidates of agricultural sciences Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Ushakova O.V.

ЦЕННАЯ ОВОЩНАЯ ЗЕЛЕНЬ НА ГИДРОПОНИКЕ ДЛЯ КРУГЛОГОДИЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ



Регулярное включение зеленных овощей в рацион питания благоприятно для организма человека. В России основное время производства и потребления свежей овощной продукции приходится на июнь-октябрь. Нивелирование сезонности потребления овощей возможно путём обеспечения конвейерного их производства с использованием защищённого грунта, а также введения в производство большего числа видов овощных культур. Одним из приоритетных направлений развития тепличного овощеводства является внедрение гидропонных технологий, в том числе ярусных. В ФГБНУ ФНЦО прошло испытание на установке малообъёмной узкостеллажной гидроponики (МУГ) сортов салата, индау, горчицы салатной и кресс-салата, созданных в лаборатории селекции и семеноводства зеленных и пряно-вкусовых культур. Показано, что при выращивании на установке МУГ можно получать экологически безопасную и биохимически ценную пряно-вкусовую и салатную зеленую продукцию. Исследованные сорта являются перспективными не только для выращивания на гидропонных салатных линиях, но и на многоярусных узкостеллажных конструкциях (вертикальное овощеводство) в период межсезонья.

VALUABLE VEGETABLE GREEN ON HYDROPONICS FOR SEASONAL USE

The regular inclusion of green vegetables in the diet is beneficial to human. In Russia the main time manufacture and consumption of fresh vegetable production falls in the June-October. Seasonality of consumption of vegetables may lower the conveyor production using secure ground, as well as the introduction of a larger number of species in the production of vegetable crops. One of the priority directions of the development of greenhouse vegetable production is the introduction of hydroponic technologies, including longline. In Federal Scientific Vegetable Center has passed the test of cultivars of lettuce, rocket salad, mustard leaf and watercress breeding laboratory of green and spicy taste cultures on multi-level narrow column hydroponics (MUG). It is shown that when grown on the installation of MUG, it is possible to obtain ecologically safe and valuable spicy-flavoring and salad green products. The studied varieties are looking not only for growing hydroponic salad lines, but for multi-level narrow column hydroponics (vertical vegetable growing) during the off-season. The studied varieties are promising not only for growing on hydroponic salad lines, but for multi-level narrow column hydroponics (vertical vegetable growing) during the off-season.

Введение

В настоящее время в условиях усиленного воздействия на организм человека неблагоприятных факторов, как экологических, так и эмоциональных, правильное питание и рациональные физические нагрузки способствуют улучшению качества жизни, поддержанию здоровья и долголетию. Увеличение доли потребления продуктов, содержащих так называемые вредные жиры (окисленные жиры и транс-жиры) и неправильные углеводы, приводит к ряду заболеваний, в том числе к болезням обмена веществ и органов кровообращения [1]. В этом аспекте обсуждаемой и популярной стала тема здорового образа жизни, включающего в себя наряду с общим обследованием организма и регулярными физическими нагрузками, переход на функциональное питание.

Принципы здорового питания подразумевают употребление экологически чистых и биологически полноценных продуктов. Правильное питание означает грамотное сочетание растительной и животной пищи в соответствии с возрастом, состоянием здоровья, характером труда. Деятельность всех систем и органов человека зависит от обеспеченности организма витаминами в течение всего года и особенно в зимний период. Ведь само по себе холодное время года может создать немало проблем для организма вследствие ослабления здоровья при низких температурах и дефиците витаминов. Регулярное включение овощей в рацион питания, как в термически обработанном, так и в сыром виде способствует профилактике и лечению многих заболеваний, обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма в различных условиях, в том числе и неблагоприятных [1, 2].

В ранневесенний период организм зачастую перенасыщен энергетически богатыми веществами (белками, жирами, быстрыми углеводами), и для нейтрализации продуктов их обмена и очищения организма необходимо употребление овощей, богатых клетчаткой, витаминами, минеральными солями, органическими кислотами, обладающими физиологической активностью. В овощах эти вещества находятся в благоприятном для организма человека соотношении. Овощи также являются естественным и незаменимым источником ферментов, пектинов, пищевых волокон, фитонцидов, антиоксидантов [3, 4]. Для удовлетворения потребности организма человека в белках, жирах, углеводах, витаминах, микроэлементах, кислотах, солях необходимо ежедневно употреблять около 2 кг пищи. На долю растительных продуктов должно приходиться более 60%, из них в рационе питания овощи должны составлять по рекомендациям ВОЗ 600 г на человека в день. В России по большинству регионов нормы потребления овощей должны достигать не менее 400 г, что особенно важно в осенне-зимний период [5].

Структура потребляемых овощей должна совершенствоваться с учётом региона проживания человека, его физических и нервно-психических нагрузок. Целебными и диетическими свойствами обладают многие виды овощей. Из всего количества употребляемых человеком овощей более 80% принадлежит таким широко распространённым, давно введённым в культуру полевым овощам как капуста, морковь, лук, свёкла. Это является одной из причин сезонности потребления овощей, которая резко выражена в средней полосе нашей страны,

где наибольшее внутреннее поступление овощной продукции на стол потребителя приходится на июнь-октябрь. Оставшиеся потребности восполняются в основном за счёт импорта и дорогостоящей в межсезонье продукции тепличных комбинатов [3, 5, 6].

Проблема обеспечения населения нашей страны качественными продуктами питания, в том числе растительного происхождения, остается весьма актуальной и требует решения комплекса задач в области АПК, направленных на экономию энергоресурсов и рациональное использование полезных площадей имеющихся культивационных сооружений. Такая проблема может решаться путём введения в эксплуатацию различных установок вертикального овощеводства, которые могут быть представлены фитотехкомплексами с интенсивным освещением выращиваемых растений. С точки зрения сбережения ресурсов, в данных сооружениях рационально использовать энергоэкономичные светильники (например, светодиодные), заменители почвогрунта, очистительные системы питательного раствора для его подачи по закрытому циклу. Рационально внедрение вертикальных многоярусных установок на естественном освещении, что актуально в также и в межсезонье [6, 8]. За счёт применения эффективных технологий и приёмов возделывания различных культур можно получить бесперебойное поступление овощной продукции на стол потребителя.

Для улучшения обеспечения населения свежими овощами также необходимо расширение сортимента овощных культур, особенно во внесезонный период. Доля наиболее скороспелых и ценных по витаминно-минеральному составу зеленных овощей для употребления в свежем виде относительно мала, но в настоящее время всё возрастает. Расширение существующего ассортимента позволит разнообразить и обогатить традиционный рацион питания [8, 9]. Известно, что включение зеленных и пряно-вкусовых овощных культур в рацион человека дает положительный эффект, способствует профилактике и лечению многих заболеваний. Зеленные овощи низкокалорийны, но содержат много питательных веществ, поэтому их полезно включать в меню при ограниченной диете. Они содержат хлорофилл, который обладает способностью нейтрализовать токсины в крови, снижая действие тяжелых металлов, химических веществ, пестицидов [1, 2, 4]. Культуры, пригодные для всесезонного выращивания должны быть быстрорастущими, пластичными, отзывчивыми на интенсивные условия возделывания.

В настоящее время полезные зеленные овощи широко выращивают независимо от сезона в защищенном грунте на гидропонике. В мире показана возможность выращивания на салатных линиях более 30 видов зеленных и пряно-вкусовых культур. В России возделывают 12 видов, которые представлены в основном разного вида салатами, укропом, петрушкой. Остальные пряно-вкусовые культуры выращивают в меньшем объеме [9, 10]. С целью расширения ассортимента и ежедневной поставки свежих зеленных овощей, особенно в зимне-весенний период, создаются конвейеры по выращиванию разнообразной витаминной зелени, что является рентабельным и востребованным у потребителя. Это подтвердили испытания на салатных линиях некоторых тепличных комбинатов России отечествен-

ных сортов, в том числе созданных в лаборатории селекции и семеноводства зеленных и пряно-вкусовых культур ФГБНУ ФНЦО [11, 12].

Салат в настоящее время является передовой культурой, возделываемой в защищённом грунте на гидропонике. Он холодостоек, влаголюбив, относительно скороспел. Салат выращивали, употребляли в пищу и применяли как лекарственное растение еще в древности. Листья салата содержат аскорбиновую кислоту (витамин С), тиамин (В₁), рибофлавин (В₂), никотиновую кислоту (РР), рутин (Р), каротин (провитамин А), токоферол (Е), филлохинон (К), фолиевую кислоту. Салат относится к группе пресных овощей. В листьях салата содержится 2,5-3,8% сахаров, углеводов, белков, солей кальция, калия, железа, натрия, фосфора, аминокислоты, маннит, аспарагин, а также яблочную, лимонную, щавелевую и янтарную кислоты. Салат богат минеральными солями и микроэлементами. По общему содержанию солей среди овощных культур салат занимает второе место после шпината. В млечном соке салата имеется гликозид лактуцин, успокаивающий сон и снижающий кровяное давление. Салат способствует образованию антисклеротического вещества холина, стимулирует выведение из организма холестерина, что предупреждает атеросклероз. Регулярное употребление в пищу зелени салата способствует кроветворению, восстанавливает силы [2, 4, 9, 13]. У салата в качестве витаминной зелени в пищу используют кочан, утолщённый стебель и листья (в основном в свежем виде). Листовой салат, выращенный на гидропонике, реализуется «на корню», что позволяет сохранить и донести до потребителя его биологическую и питательную ценность. Сорта листового салата селекции ФГБНУ ФНЦО Букет, Кавалер, Синтез, включённые в Госреестр РФ, хорошо зарекомендовали себя на производстве [12,14,15].

Индау (или руккола) также является культурой, представляющей интерес с точки зрения расширения ассортимента выращиваемых зеленных овощных культур и улучшения качества питания населения. Это салатное растение семейства Капустные. С древности на территории Средиземноморья собирали дикорастущую рукколу, используя в пищу листья как овощную добавку к мясным блюдам, и семена – в качестве пряности. Растение обладает богатым, острым вкусом, в семенах содержатся эфирные и жирные масла, кислоты, стероиды, тиогликозиды, антиоксиданты, каротиноиды. В листьях содержатся алкалоиды, флавоноиды, разные микроэлементы (йод, железо, кальций, калий и магний) и витамины групп С, В, А, К, Е, Т [4, 16, 17, 18]. Надземная часть растения обладает диуретическим, антибактериальным, лактогенным, противогрибковым, улучшающим пищеварение действием, при регулярном употреблении повышает иммунитет. Распространённым районированным сортом рукколы культурной является раннеспелый сорт селекции ФГБНУ ФНЦО Русалочка. Сорт ценится за пластичность к внешним условиям среды и ранний выход продукции в виде нежной зелени со слабоострым пикантным вкусом [9, 12, 14].

Среди культур семейства капустных интересна **салатная горчица**, дающая урожай свежей зелени в короткие сроки. С древних времён широко распространена как овощная зеленная культура в странах Юго-Восточной

Азии, в настоящее время популярна и в Европе. Молодые нежные листочки используют в качестве зелёного салата. В них содержится значительное количество витаминов групп С, А, К, фолатов, марганца, кальция, калия. Кроме минеральных и витаминных веществ в листьях горчицы присутствует белок, углеводы, пищевые волокна, антиоксиданты, каротиноиды [17, 18]. Употребление листьев горчицы полезно для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, рака, заболеваний желудочно-кишечного тракта, при ожирении, артрите, остеопорозе, железодефицитной анемии. Районированным сортом салатной горчицы селекции ФГБНУ ФНЦО, пригодным для выращивания на гидропонике, является сорт Волнушка – раннеспелый, устойчивый к болезням, обладающий хорошими вкусовыми качествами [4,9,12].

Ещё одним ценным растением семейства Капустные является **кресс-салат**. В настоящее время в европейских странах кресс-салат выращивают в тепличных комбинатах круглогодично. В России же культура мало распространена, преимущественно в личных подсобных хозяйствах. Свежие нежные листья обладают приятным терпким, горьким и острым вкусом, напоминающим хрен или редьку. Используется только в свежем виде как приправа к салатам, горячим блюдам. Кресс-салат улучшает пищеварение, сон, возбуждает аппетит, оказывает антимикробное и мочегонное действие, снижает кровяное давление. Свежие листья богаты минеральными солями калия, кальция, фосфора, йода, железа, магния, серы, меди. Содержат аскорбиновую кислоту, витамины группы В, каротин, тиамин, рутин, рибофлавин, горчичное эфирное масло. Кресс-салат используется для профилактики авитаминозов. Растение неприхотливое и непривердливое. Культура хорошо растет на гидропонике и достигает товарного вида менее чем через 20 дней. Лучше выращивать цельнолистный сорт, например, среднеспелый сорт селекции ФГБНУ ФНЦО Престиж. Сорт рекомендуется для использования молодых листьев в свежем виде [2, 4, 12, 14].

Как было сказано выше, выращивание зеленных и пряно-вкусовых культур для круглогодичного потребления в настоящее время довольно успешно проходит на салатных линиях проточной гидропонике с досвечиванием [10, 11, 12, 19]. Для повышения эффективности использования защищённого грунта интерес представляют модульные технологии вертикального овощеводства, где за счет ярусного расположения вегетационных платформ, увеличивается количество растений на метре квадратном. Например, вертикальные гидропонные установки, такие как многоярусные узкостеллажные конструкции пирамидального типа (МУГ), на которых растения выращивают методом подтопления с частичной досветкой в зимний период [7, 8, 12].

Цель исследования: оценить потенциал сортов салата и пряно-вкусовых культур селекции ФГБНУ ФНЦО при выращивании на установках вертикального овощеводства.

Материал и методы

Рекогносцировочный эксперимент по выращиванию зеленных культур на установке многоярусной узкостеллажной гидропонике (МУГ) проводили в ФГБНУ ФНЦО в теплице «Ришель» с поликарбонатным типом покрытия в зимнем обороте (январь-февраль) в 2017 году.

Материалом исследования служили сорта, созданные в лаборатории селекции и семеноводства зеленных и пряно-вкусовых культур: сорта салата – Опал, Букет, Кавалер, Синтез, Московский парниковый (в качестве стандарта использовали рекомендованный для проточной гидропоники различного типа сорт салата Афицион голландской фирмы, включённый в Госреестр РФ); а также сорта пряно-вкусовых культур селекции ФГБНУ ФНЦО: индау посевного – Русалочка, горчицы салатной – Волнушка и кресс-салата – Престиж, которые успешно себя зарекомендовали при выращивании на салатных линиях [12].

Эксперимент по выращиванию культур на установке МУГ осуществляли в стрессовых условиях: пониженная среднесуточная температура воздуха (<16°C), грунта и питательного раствора (<18°C), кратковременное периодическое досвечивание (по 3 часа в утреннее и вечернее время) при средней интенсивности освещения от 5 до 9 тыс. люкс в зависимости от яруса. Растения выращивали в стандартных пластиковых горшочках для салатных линий с прорезями (5x5 см), из расчета по 4-6 растений в горшочке в зависимости от культуры, на трех ярусах МУГ при плотности размещения 35 горш./м² и искусственной досветке лампами «Relux» (рис.1). Минеральный состав питательного раствора – рекомендованный для культуры салата листового [20]. Учеты биометрических параметров и взвешивание растений проводили на 30 сутки после выставления семидневной рассады на установку МУГ. Анализ биохимического состава зелени проводили в Лабораторно-аналитическом отделе ФГБНУ ФНЦО по соответствующим методикам: сухое вещество – методом высушивания до абсолютно сухой массы [21]; витамин С – по методике Сапожниковой, Дорофеевой [22]; сумму хлорофиллов и каротиноидов – методом экстракции 96% этанолом из высечек по методике Lichtenthaler et al. [23]; суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов – титрованием по методу Максимовой и др. [24]; нитраты – с помощью ион-селективного электрода с помощью рН-метр-иономера «Экотест-120». Статистическую обработку результатов исследований проводили по методике Доспехова Б.А. [25] с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.



Рис. 1. Внешний вид установки МУГ с растениями салата и пряно-вкусовых культур.
Fig. 1. The appearance of the installation MUG with plants of lettuce and spicy-flavor cultures.

Результаты исследований

К концу оборота большинство сортов салата сформировало розетку листьев стандартной высоты от 17 до 27 см с числом листьев на одном растении в среднем по сортам 5-7 штук, что сопоставимо с традиционным горшечным салатом, выращенным на проточной гидропонике (салатные линии) при интенсивном досвечивании [26, 27]. Необходимо отметить, что при выращивании в моделированных стрессовых условиях: при нерегулярном температурном и световом режиме раннеспелые сорта отечественной селекции превосходили стандарт сорт Афицион по оцениваемым хозяйственно ценным признакам: высоте розетки листьев, числу листьев на растении и массе товарных листьев. Существенную разницу со стандартом продемонстрировали сорта Московский парниковый, Букет и Опал (табл.1).

Таблица 1. Биометрические параметры растений салата, при выращивании на МУГ в зимнем обороте (в среднем по ярусам) Поликарбонатная теплица «Ришель». ФГБНУ ФНЦО. 2017 год

Table 1. Economically valuable parameters of lettuce plants, when grown on MUG in winter (on average). Polycarbonate greenhouse "Richelle". FSBSI FSVС. 2017.

| Сорт | Высота розетки листьев, см | Число листьев на растении, шт/раст | Масса товарных листьев в горшке, г |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Афицион – st | 17,7 | 4,4 | 19,2 |
| Московский парниковый | 26,5 | 6,5 | 34,5 |
| Букет | 22,9 | 4,6 | 29,8 |
| Кавалер | 19,9 | 4,9 | 26,9 |
| Синтез | 18,5 | 5,0 | 17,9 |
| Опал | 17,3 | 6,6 | 27,6 |
| НСР ₀₅ | 2,5 | 0,7 | 8,2 |

Московский парниковый с шестью листьями на растении и самой высотой листовой розеткой превосходил стандарт по всем параметрам, сорт Букет – по высоте розетки листьев и массе товарных листьев, сорт Опал – по числу листьев на растении и массе товарных листьев. Данные сорта были отобраны для дальнейших испытаний на установках для вертикального овощеводства.

Масса растений салата при выращивании на МУГ в данном эксперименте связана в основном с условиями досветки, так как известно, что увеличение долготы дня от 12 часов и более приводит к увеличению массы растения и содержания в ней сухого вещества [13]. Больше массой листьев отличались сорта Московский парниковый, Опал и Букет, у которых масса листьев на



Сорт Афицион – st



Сорт Московский парниковый



Сорт Синтез



Сорт Кавалер



Сорт Букет



Сорт Опал

Рис. 2. Внешний вид растений салата при выращивании на МУГ на 30-е сутки вегетации.
Fig. 2. Appearance of lettuce plants when grown on the МУГ on the 30th day of the growing season.

верхних ярусах достигала более 50 г, что в 1,3-2 раза превышало стандарт (рис. 2).

Надземная масса товарной продукции салата (горшочек с 3-4 растениями) в зимний период на производстве в среднем составляет от 90 г, выход товарных упаковок на салатных линиях составляет 31 шт/м² [27, 28], а на установке МУГ – от 35 шт/м² при трехъярусном расположении растений и до 60 шт/м² – при пятиярусном. Расчетная урожайность испытанных сортов салата на установке МУГ по данным модельного опыта составила 1,0-2,1 кг/м² – при трехъярусном и 1,7-3,5 кг/м² зелени – при пятиярусном выращивании за один оборот. Это сопоставимо с урожайностью в грунтовой теплице во внесезонный период (февраль-март), однако имеются сведения о том, что уровень накопления нитратов в грунтовой теплице в 20 раз выше, чем в гидропонной [27]. В связи с этим был изучен биохимический состав листьев салата, выращенных на МУГ.

По своим биохимическим характеристикам зеленая продукция сортов салата селекции ФГБНУ ФНЦО при выращивании на МУГ удовлетворяла нормам, предъявляемым к культуре. Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов, аскорбиновой кислоты,

Таким образом, результаты испытания сортов салата селекции ФГБНУ ФНЦО на установке МУГ показали перспективность их выращивания методом гидропоники на установках данного типа.

Кроме популярного салата на установке МУГ вертикального овощеводства был изучен ряд малораспространенных культур: индау, кресс-салат и горчица салатная. Благодаря своей скороспелости, теневыносливости и холодостойкости все изученные культуры за короткий и стрессовый вегетационный период успевали сформировать по 3-7 настоящих листьев даже на нижнем ярусе (рис. 3). Коэффициент вариации (Cv) по данному признаку составил 1,8% – у горчицы листовой, 4,2% – у кресс-салата и 12,6% – у индау.

К уборке салатной зелени по техническим условиям приступают при достижении растениями высоты 20-22 см [28, 29]. Высота листовой розетки горчицы салатной и индау при уборке в нашем эксперименте в среднем составила 22-30 см (рис. 4, 5, 6). Вариация данного признака у индау незначительна (Cv=6,9%), а у горчицы различия в высоте листьев по ярусам выращивания более существенны (Cv=14,1%). Кресс-салат, как ростковую зелень, срезали при высоте растений 12-17 см,

Таблица 2. Биохимический состав листьев салата при выращивании на МУГ в зимнем обороте (в среднем по ярусам); по данным Лабораторно-аналитического отдела ФГБНУ ФНЦО, 2017 год

Table 2. Biochemical composition of the leaves of lettuce varieties when grown on the МУГ in the winter turnover (on average); according to the data of the Laboratory-analytical department of the FSBSI FSVС, 2017

| Сорт | Содержание в сырой надземной массе | | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|----------------|
| | сухое вещество, % | аскорбиновая кислота, мг% | АОА, мг/г в ед.АК | сумма хлорофиллов, мг/г | каротиноиды, мг/г | нитраты, мг/кг |
| Афицион – st. | 6,0 | 21,1 | 11,5 | 1,0 | 0,09 | 93,0 |
| Букет | 6,0 | 23,5 | 13,2 | 1,1 | 0,11 | 97,3 |
| Кавалер | 5,2 | 16,4 | 10,4 | 1,1 | 0,09 | 114,0 |
| Синтез | 5,8 | 18,8 | 11,1 | 1,3 | 0,12 | 119,7 |
| Московский парниковый | 5,7 | 23,5 | 13,1 | 1,2 | 0,11 | 121,0 |
| Опал | 6,3 | 18,2 | 9,0 | 1,1 | 0,10 | 113,0 |
| НСР ₀₅ | 0,6 | 2,3 | 2,1 | 0,1 | 0,01 | 20,4 |

хлорофиллов (a+b) и каротиноидов в листьях всех испытываемых сортов салата листового были на уровне или несколько превышали стандартный сорт Афицион. По содержанию аскорбиновой кислоты существенно превышали стандарт сорта Букет и Московский парниковый, по содержанию хлорофиллов – сорта Московский парниковый и Синтез, по содержанию каротиноидов – сорта Букет, Московский парниковый и Синтез (табл.2). Содержание нитратов в сортах салата при выращивании на МУГ на момент учёта, несмотря на стрессовые условия, было в пределах 93-121 мг/кг, что значительно ниже ПДК (2000 мг/кг). Это делает зеленую продукцию при употреблении в сыром виде максимально безопасной.

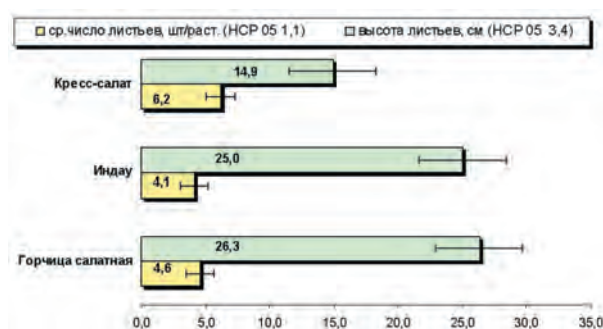


Рис.3. Вариабельность биометрических параметров пряно-вкусовых культур при выращивании на МУГ.
Fig.3. The variability of the biometric parameters of spicy flavor cultures when grown on МУГ.



а

б

Рис. 4. Внешний вид растений кресс-салата сорта Престиж при выращивании на МУГ:
а) на 14-е сутки вегетации; б) на 30-е сутки вегетации.

Fig. 4. Appearance of cress plants of Prestige variety when grown on MUG: a) on the 14th day of vegetation; b) on the 30th day of vegetation.



а

б

Рис. 5. Внешний вид растений индуса посевного сорта Русалочка при выращивании на МУГ:
а) на 14-е сутки вегетации; б) на 30-е сутки вегетации.

Fig. 5. Appearance of Indus plants of the Rusalochka sowing variety when grown on MUG:
a) on the 14th day of vegetation; b) on the 30th day of vegetation.



а

б

Рис. 6. Внешний вид растений горчицы листовой сорта Волнушка при выращивании на МУГ:
а) на 14-е сутки вегетации; б) на 30-е сутки вегетации.

Fig. 6. The appearance of the mustard leaf plant varieties Volnushka when grown on the MUG:
a) on the 14th day of the growing season; b) on the 30th day of vegetation.

Таблица 3. Биохимический состав листьев салатных пряно-вкусовых культур при выращивании на МУГ в зимнем обороте (в среднем по ярусам); по данным Лабораторно-аналитического отдела ФГБНУ ФНЦО, 2017 год

Table 3. Biochemical composition of the leaves of varieties of spicy salad-flavored crops when grown on the MUG in the winter turnover (on average); according to the data of the Laboratory and analytical department of the FSBSI FSVC, 2017

| Культура | Содержание в сырой надземной массе | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|----------------|
| | сухое вещество, % | аскорбиновая кислота, мг% | сумма АО, мг/г ед. ГК | сумма хлорофиллов, мг/г | каротиноиды, мг/г | нитраты, мг/кг |
| Салат - st. | 5,4 | 19,4 | 2,6 | 1,0 | 0,09 | 92,5 |
| Кресс-салат | 8,7 | 47,1 | 2,9 | 1,9 | 0,20 | 94,5 |
| Индау | 8,7 | 63,9 | 4,8 | 1,5 | 0,13 | 99,0 |
| Горчица | 6,9 | 35,9 | 4,7 | 1,7 | 0,14 | 146,3 |
| НСР ₀₅ | 1,8 | 12,4 | 0,3 | 0,8 | 0,03 | 15,8 |

что соответствует 3-5 настоящим листьям. Варьирование этих признаков у кресс-салата было незначительным ($C_v < 7\%$).

Следует также отметить, что данные пряно-вкусовые культуры, видимо, ввиду своей скороспелости, являются экологически пластичными: условия выращивания, в данном случае ярусность, незначительно влияли на их продуктивность. В ходе исследования, учитывая биологические особенности данных культур (мелкосемянность), мы также пришли к выводу, что для большего выхода зеленой продукции количество растений на горшочек у этих культур должно быть не менее 10-15 штук в зависимости от вида.

По биохимическим характеристикам зеленая продукция испытываемых сортов пряно-вкусовых культур превосходила по ряду показателей широко возделываемый на гидропонике салат. Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов у кресс-салата было практически на уровне листового салата, но по количеству аскорбиновой кислоты и каротиноидов он превосходил салат в 2-2,5 раза. У индау и горчицы сумма водорастворимых АО так же, как и содержание аскорбиновой кислоты, хлорофиллов (a+b) и каротиноидов в листьях были значимо выше, чем у салата листового (табл.3), но ниже, чем у растений из открытого грунта. Так по данным Курбакова и др., у растений, выращенных в полевых условиях, содержание водорастворимых антиоксидантов в листьях кресс-салата составляло 11,0 мг/г ЕГК, в листьях горчицы – 10,6 мг/г ЕГК [30]. Содержание аскорбиновой кислоты по данным Лудилова и др. [13] у растений пряно-вкусовых культур горчицы, кресс-

салата и индау в поле изменяется от 47,5 мг% до 160,6 мг%; по нашим данным, у растений с установки МУГ этот диапазон был меньше и в среднем составил от 35,9 мг% до 63,9 мг%. В то же время содержание нитратов в растениях пряно-вкусовых открытого грунта (660-2200 мг/кг) [13] значительно превосходило данный показатель у растений, выращенных на многоярусной гидропонной установке (94,5-146,3 мг/кг). По накоплению нитратов изученные сорта пряно-вкусовых культур были практически на одном уровне, за исключением горчицы салатной. Содержание нитратов на момент учёта у горчицы было в полтора раза выше, чем у других культур, но оставалось значительно ниже ПДК (2000 мг/кг).

Заключение

Таким образом, эксперимент показал перспективность выращивания экологически безопасной и биохимически ценной продукции сортов салата и пряно-вкусовых культур селекции ФГБНУ ФНЦО на многоярусной узкостеллажной гидропонной установке. К выращиванию на ярусных установках можно рекомендовать сорта салата Московский парниковый, Букет, Опал. Для более успешного возделывания необходимо совершенствование технологии выращивания, в частности по пряно-вкусовым культурам необходимо увеличить норму высева. Также создание новых адресных сортов, адаптированных к условиям вертикальных конструкций позволит круглогодично получать овощную продукцию, по пищевым и диетическим свойствам не уступающую другим овощным культурам.

Об авторах:

Пинчук Е.В. – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории новых технологий
 Беспалько Л.В. – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зеленных и пряно-вкусовых культур
 Козарь Е.Г. – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений
 Балашова И.Т. – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории новых технологий
 Сирота С.М. – доктор с.-х. наук, зам. директора, заведующий лабораторией новых технологий
 Шевченко Т.Е. – научный сотрудник лаборатории новых технологий

About the authors:

Pinchuk E.V. – Candidate of Agriculture Sciences, senior researcher of the laboratory of new technologies
 Bospalko L.V. – Candidate of Agriculture Sciences, senior researcher of laboratory breeding and seed green and spicy plants
 Kozar E.G. – Candidate of Agriculture Sciences, leading scientific researcher of the laboratory of immunity and protection of plants
 Balashova I.T. – Doctor of biological sciences, senior researcher at the laboratory of new technologies
 Sirota S.M. – Doctor of agriculture sciences, Deputy Director, Head of laboratory of new technologies
 Shevchenko T.E. – researcher of the laboratory of new technologies

• Литература

1. Всё о лекарственных растениях на ваших грядках / Под ред. Раделова С.Ю. СПб: ООО «СЗКЭО». 2010. С.116-119.
2. Гусев А.М. Целебные овощные растения. Издательство МСХА. 1991. 240 с.
3. Пантиелев Я.Х. Конвейер зеленных овощей. М.: Московский рабочий. 1987. 238 с.
4. Пивоваров В.Ф. Овощи России. ВНИИССОК, 2006. 380 с.
5. Солдатенко А.В., Разин А.Ф., Шатилов М.В., Иванова М.И., Разин О.А., Россинская О.В., Башкиров О.В. Межрегиональный обмен в контексте выравнивания потребления овощей в субъектах Федерации. Овощи России. 2018;(6):41-46. <https://doi.org/10.18619/2018-06-41-46>
6. Пивоваров В.Ф., Сирота С.М., Кононов П.Ф. Продовольственная безопасность России: состояние производства, потребления овощей и семеноводства овощных культур // Овощи России. 2009. №2. С.15-19.
7. Панова Г.Г., Черноусов И.Н., Удалова О.Р. и др. Фитотехнологии в России: основы создания и перспективы использования для круглогодичного получения качественной растительной продукции в местах проживания и работы населения // Общество. Среда. Развитие. 2015. №4. С.196-203.
8. Сирота С.М., Козарь Е.Г., Пинчук Е.В., Балашова И.Т., Степанов В.А., Молчанова А.В. Получение экологически чистой овощной зелени репы листового с высоким содержанием антиоксидантов на многоярусной узкостеллажной гидропонике // В сб.: Проблемы и перспективы инновационного развития экономики. Инновационные направления отраслевого и территориального развития АПК. 2017. С.287-293.
9. Циунель М.М. Ассортимент зеленных культур для салатных линий // Гавриш. 2011. №6. С.4-9.
10. Сирота С.М., Балашова И.Т., Козарь Е.Г., Пинчук Е.В. Новые технологии в овощеводстве защищенного грунта. Овощи России. 2016;(4):3-9. <https://doi.org/10.18619/2016-04-03-09>
11. Степанов В.А., Сирота С.М., Антипова О.В. Новая культура для салатных линий – репа листовая. Овощи России. 2015;(3-4):74-77. <https://doi.org/10.18619/2015-03-4-74-77>
12. Сирота С.М., Митрофанова О.А., Харченко В.А., Бондарева Л.Л., Балашова И.Т., Джос Е.А., Белавкин Е.С., Матюкина А.А. Новые сорта и культуры для выращивания на гидропонных стеллажных установках в современных рассадных комплексах. Овощи России. 2018;(2):3-9. <https://doi.org/10.18619/2018-02-03-09>
13. Кононов П.Ф., Кононова С.Н., Моха Д., Шарма Салат. Биология и агротехника возделывания: Учеб. пособие. М.: Изд-во УДН. 1986. 70 с.
14. Харченко В.А. Достижения в селекции зеленных и пряно-вкусовых овощных культур // Овощи России. 2011. №4 (13). С.38-45.
15. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур // Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» / Москва. 2018. С.83-89.
16. Гинс М.С., Харченко В.А., Гинс В.К., Байков А.А., Кононов П.Ф., Ушакова И.Т. Антиоксидантные характеристики зеленных и пряно-ароматических культур // Овощи России №2. 2014. С.42-45.
17. Иванова М.И., Кашлева А.И., Михайлов В.В., Корнев А.В. Зеленные капустные овощи – источник биологически активных нутриентов // Сб. Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции / Под редакцией С.С. Литвинова. 2014. Том 1. С.76-80.
18. Лудиллов В.А., Иванова М.И., Голубкина Н.А., Зеленков В.В., Кекина Е.Г. Пищевая ценность зеленных овощных культур семейства Капустные // Сб. науч. тр. по овощ. и бахч. (к 80-летию со дня основания ГНУ ВНИИО РАСХН). РАСХН, ВНИИО. 2011. С.401-405.
19. Колпаков Н.А. Сравнительная оценка сортов пряно-ароматических культур при выращивании на конвейерной линии // Вестник КрасГАУ. 2012. №12. С.51-56.
20. Антипова О.В. Агротехнические рекомендации по выращиванию листового салата и зеленных культур методом подтопления на рассадных комплексах // Теплицы России. №3. 2007.
21. Ермаков А.И. Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.А., Луквникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимических исследований // Л. Агрпромиздат. 1987. 430 с.
22. Сапожникова Е.В., Дорощева Л.С. Определение содержания аскорбиновой кислоты в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим методом // Консервная и овощеводческая промышленность, 1966. №5. С.29-31.
23. Lichtenthaler H.K., Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes // Method Enzymol. 1987. Vol. 148. P.350-382.
24. Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П., Шкарина Е.И., Чумакова З.В., Арзамасцев А.П. Способ определения антиоксидантной активности. Пат. РФ 2170930 С1 М. 2001.
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 416 с.
26. Колпаков Н.А., Решетникова И.М. Сравнительная оценка сортообразцов салата-латука при разных сроках выращивания на гидропонике // Гавриш. 2012. №6. С.10-12.
27. Камашева Е.А. Опыт выращивания овощных культур в ОАО «Тепличный комбинат «Завьяловский», г. Ижевск, Республика Удмуртия // Гавриш. 2007. №3. С.10-12.
28. Технология выращивания зеленных культур методом проточной гидропоники и подтоплением на УГС // <http://lib.knigi-x.ru/23kulturologiya/11439-1-1-tehnologiya-viraschivaniya-zelennih-kultur-metodom-protchnoy-gidropnik-podtopleniem.php>
29. RST RSFSR 668-82 Кресс-салат и горчица листовая свежие. Технические условия. Республиканский стандарт. 1982. 4 с.
30. Курбаков Е.Л., Молчанова А.В. Некоторые биохимические показатели листьев зеленных и салатных культур // В сб.: Герценовские чтения. Материалы межвузовской конференции молодых ученых. 2011. С.26-27.

• References

1. Everything about medicinal plants in your beds / Ed. Radelova S. Yu. SPB: LLC SZKEO. 2010. P.116-119.
2. Gusev A.M. Healing vegetable plants. Publishing House of ICCA. 1991. 240 p.
3. Pantielev Ya.H. Conveyor of green vegetables. M.: Moscow worker. 1987. 238 p.
4. Pivovarov V.F. Vegetables of Russia. 2006. 380 p.
5. Soldatenko A.V., Razin A.F., Shatilov M.V., Ivanova M.I., Razin O.A., Rossinskaya O.V., Bashkirov O.V. Interregional exchange in the context of the alignment of the consumption of vegetables in subjects of the Russian Federation. Vegetable crops of Russia. 2018;(6):41-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2018-06-41-46>
6. Pivovarov V.F., Sirota S.M., Kononov P.F. State of production vegetable consumption and seed production of vegetable crops in Russia: and problem of food security // Vegetables crops of Russia. 2009. №2. P.15-19.
7. Panova G.G., Chernousov I.N., Udalova O.R. Phytotech complexes in Russia: the basics of creation and prospects for use for year-round production of high-quality plant-growing products in the places of residence and work of the population // Society. Wednesday. Development. 2015. No.4. P.196-203.
8. Sirota S.M., Kozar E.G., Pinchuk E.V., Balashova I.T., Stepanov V.A., Molchanova A.V. Obtaining environmentally friendly vegetable greens of turnip leaves with a high content of antioxidants on a multi-tiered narrow-gel hydroponics // In Proc.: Problems and prospects of innovative development of the economy. Innovative directions of sectoral and territorial development of the agro-industrial complex. 2017. P.287-293.
9. Tsiunel M.M. The range of green crops for salad lines // Gavrish. 2011. No. 6. P.4-9.
10. Sirota S.M., Balashova I.T., Kozar E.G., Pinchuk E.V. New greenhouse technologies for vegetable production. Vegetable crops of Russia. 2016;(4):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2016-04-03-09>
11. Stepanov V.A., Sirota S.M., Antipova O.V. Leafy turnip is a new crop for salad production lines. Vegetable crops of Russia. 2015;(3-4):74-77. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2015-03-4-74-77>
12. Sirota S.M., Mitrofanova O.A., Kharchenko V.A., Bondareva L.L., Balashova I.T., Dzhos E.A., Belavkin E.S., Matyukina A.A. New varieties and cultures for cultivation on hydroponic racking installations in modern greenhouses. Vegetable crops of Russia. 2018;(2):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2018-02-03-09>
13. Kononov P.F., Kononova S.N., Moha D., Sharma S. Biology and agrotechnology cultivation: Proc. allowance. M.: IZD-VO UDN. 1986. 70 p.
14. Kharchenko V.A. Achievements of breeding program for spicy flavouring and aromatic plants // Vegetables crops of Russia. 2011. №4 (13). P.38-45.
15. Guidelines for testing vegetables and melons // Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center for Vegetable Growing" / Editor-in-Chief: M. Tareeva Moscow. 2018. p. 83-89.
16. Gins M.S., Kharchenko V., Gins V.K., Baykov A.A., Kononov P.F., Ushakova I.T. Antioxidant characteristics of green and spiced-aromatic crops //Vegetables crops of Russia №2. 2014. P.42-45.
17. Ivanova M.I., Kashleva A.I., Mikhailov V.V., Kornev A.V. Green cabbage vegetables - a source of biologically active nutrients // Sb. Ecological problems of modern vegetable production and the quality of vegetable production / Edited by S.S. Litvinov. 2014. Volume 1. P.76-80.
18. Ludilov V.A., Ivanova M.I., Golubkina N.A., Zelenkov V.V., Kekina E.G. Nutritional value of green vegetables the family Brassicaceae. 2011. P.401-405.
19. Kolpakov N.A. Comparative assessment of varieties of aromatic cultures when growing on a conveyor line // Vestnik KrasGAU. 2012. No.12. P.51-56.
20. Antipova O.V. Agrotechnical recommendations on the cultivation of leaf lettuce and green crops by flooding on seedling complexes // Greenhouses of Russia. N.3. 2007.
21. Ermakov A.I. Arasimovich V.V., Yarosh N.P., Peruvian Y.A., Lukvnikova G.A., Ikonnikova M.I. Biochemical research methods // L., Agropromizdat, 1987. 430 p.
22. Sapozhnikova E.V., Dorofeeva H.P. Determination of Ascorbic acid in the painted herbal tonic iodometric method // Canning and vegetable industry, 1966. No.5. P.29-31.
23. Lichtenthaler H.K., Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes // Method Enzymol. 1987. Vol. 148. P.350-382.
24. 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.
25. Dospekhov B.A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of the results of research). M.: Kolos, 1985. 416 p.
26. Kolpakov N.A., Reshetnikova I.M. Comparative evaluation of variety samples of lettuce at different periods of cultivation in hydroponics // Gavrish. 2012. №6. Pp.10-12.
27. Kamasheva E.A. The experience of growing vegetables in the Greenhouse Works Zavyalovsky, Izhevsk, Republic of Udmurtia // Gavrish. 2007. №3. P.10-12.
28. Technology of cultivation of green crops by the method of flow-through hydroponics and flooding on the UGS // <http://lib.knigi-x.ru/23kulturologiya/11439-1-1-tehnologiya-viraschivaniya-zelennih-kultur-metodom-protchnoy-gidropnik-podtopleniem.php>
29. RST RSFSR 668-82 Cress and leaf mustard fresh. Technical conditions. Republican standard. 1982. 4 p.
30. Kurbakov, E. L., Molchanov A.V. Some biochemical characteristics of leaves of lettuce and greens // In proc.: Gertsensovskie reading. Materials of interuniversity conference of young scientists. 2011. P.26-27.