

Н.В. СМИРНОВА, А.В. ЛЫСКОВСКИЙ

СИТИ-ФЕРМЕР — профессия будущего



Сегодня большинство людей в мире — это горожане: по прогнозам экспертов, уже через три десятилетия более 80% всех жителей развитых стран будут проживать в мегаполисах. Неудивительно, что свежим продуктам, в том числе овощам, зелени и ягодам, иногда приходится преодолевать тысячи километров, чтобы попасть на стол к потребителю. Но возможность быстрой круглогодичной доставки горожанам органических овощей, ягод и зелени «прямо с куста» существует — это сити-фермерство, когда сельскохозяйственная продукция выращивается непосредственно в городе. Такой подход к земледелию, дающий колоссальную экономию на логистике и дорогостоящих ресурсах, сегодня перенимают многие передовые страны с высокой плотностью населения. На июльской проектной смене в сочинском образовательном центре «Сириус» школьники смогли почувствовать себя настоящими сити-агрономами, участвуя в реализации проекта по разработке тепличной технологии выращивания органической салатной микрозелени, которая становится все более популярной не только в мире, но и в России

В публикации использованы фото В.В. Власова

Все больше места в структуре питания современного человека занимают высококалорийные и переработанные продукты, что приводит к снижению питательной ценности пищи и негативно отражается на здоровье. Даже в свежих овощах и фруктах, выращенных промышленным способом, полезных веществ становится все меньше. Независимо от почвенно-климатических условий произрастания для получения стабильных урожаев в открытом и закрытом грунте повсеместно используют минеральные удобрения, регулярные обработки растений гербицидами и инсектицидами. Урожай зачастую убирается раньше срока, для увеличения срока хранения продукция, предназначенная для транспортировки в отдаленные регионы, подвергается химической обработке. Значительная доля свежего урожая перерабатывается в продукты длительного хранения, теряя витамины и необходимые для человека макро- и микроэлементы.

Ключевые слова: микрозелень, гроубокс, микротеплица, условия выращивания, хлорофилл, витамин С, высокоэффективная жидкостная хроматография, образовательный центр «Сириус».

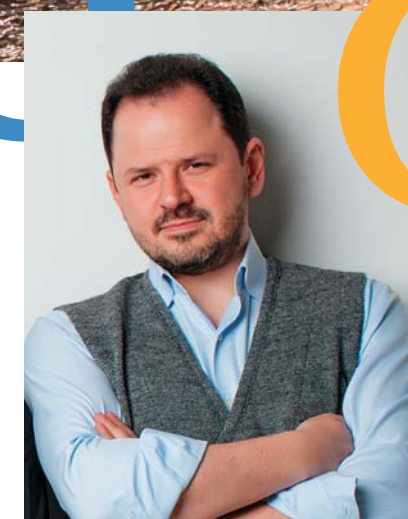
Key words: microgreen, growbox, micro-greenhouse, growing conditions, chlorophyll, vitamin C, high-performance liquid chromatography, «Sirius» educational center

Проблема истощения почв и повышения качества продукции частично решается с помощью *органического земледелия*, основанного на принципе создания естественного устойчивого плодородия почвы, отказе от минеральных удобрений, химических средств защиты растений и генно-модифицированных семян. В Европе доля такого земледелия составляет 10–20% от общего объема, чего нельзя сказать о России, где только 2–3% населения потребляют органическую продукцию, и только пятая часть вообще знают, что это такое. В то же время спрос на «здоровую еду» растет, и переплачивать за нее готовы уже более половины жителей страны. Согласно оценке экспертов, к 2022 г. Россия займет до 10–15% от мирового рынка органической продукции, что эквивалентно 20–30 млрд долларов.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации



СМИРНОВА Наталья Валентиновна — кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории агрохимии Института почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск), доцент кафедры географии, регионоведения и туризма Новосибирского государственного педагогического университета. Автор и соавтор более 60 научных работ и авторских спецкурсов для школьников 7–11 классов



ЛЫСКОВСКИЙ Александр Викторович — генеральный директор и соучредитель компании *iFarm Project* (ООО «Городские теплицы») (Новосибирск). Основатель компании *Alawar Entertainment*, специализирующейся на разработке и издании казуальных игр, а также мобильного приложения *Welltory*, использующего технологии персонализированной медицины

© Н.В. Смирнова, А.В. Лысковский, 2018



ООН (ФАО), важный и самый быстрорастущий сегмент рынка свежих овощей, ягод и салатной продукции – органические продукты, выращенные с помощью бережных и экологичных тепличных технологий. Однако в России сегодня крайне мало теплиц даже по сравнению с малоразвитыми странами с более теплым климатом.

Для удовлетворения потребностей человека в пище, богатой минералами, витаминами и биологически активными соединениями, можно использовать *микрозелень* – новый вид салатных овощей, представляющий собой съедобные молодые растения в фазе пары настоящих листьев, содержащие максимум полезных для человека веществ. *Клетчатка* (грубоволокнистая часть растений, необходимая для нормального функционирования пищеварительного тракта) проростков усваивается на 98% в отличие от жесткой клетчатки растений, выращенных по классической технологии.

Химический анализ микрозелени 10 видов капустных показал, что она является хорошим источником как макро- (К, Са), так и микроэлементов (Fe, Zn) (Xiao *et al.*, 2016). А микрозелень салата по сравнению

с растениями в стадии зрелости имеет более высокое содержание большинства полезных соединений (Са, Mg, Fe, Mn, Zn, Se, Mo), являющихся компонентами минерального питания растений, на фоне более низкого содержания нитратов (Pinto *and et al.*, 2015).

Время экспериментов

Один из тематических проектов 2018 г. в секции «Агропромышленные и биотехнологии» был посвящен разработке элементов технологии выращивания микрозелени в автоматизированных мини-теплицах с контролируемыми условиями. Проект был подготовлен сотрудниками Института почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск) и новосибирской компании *iFarm Project* (ООО «Городские теплицы»).

Для выращивания микрозелени компания предоставила два *грюбокса* – мини-теплицы с возможностью дистанционного управления. В настоящее время в России отсутствуют ГОСТ или утвержденные рекомендации по выращиванию микрозелени в условиях автоматизированных и домашних теплиц, поэтому перед

участниками проекта были поставлены следующие задачи: подобрать оптимальные условия для выращивания микрозелени в автоматизированной теплице с применением на практике теории органического земледелия; изучить влияние внешних факторов на содержание в микрозелени витамина С как «маркера» полезности; оценить влияние условий выращивания на содержание зеленого пигмента *хлорофилла*, отвечающего за процесс фотосинтеза и служащего показателем здоровья растения. В последней части проект стыковался с проектом по *высокоэффективной жидкостной хроматографии*, в рамках которого проводилось определение антиоксидантов и кофеина в чайном листе.

Члены команды, в которую вошли школьники 8–10 классов из разных регионов России, от Липецкой и Московской областей до Мордовии и Якутии, в первые же дни самостоятельно собрали мини-теплицы и запустили датчики мониторинга освещенности, температуры, влажности, состава воздуха, а также видеокамеры.

Затем были спланированы и последовательно заложены два эксперимента, в которых моделировалось 64 варианта внешних условий с целью выяснить степень влияния разных факторов среды на величину биомассы и морфометрические показатели (высоту растения, длину корня, размеры листовой пластинки и т. д.) – с этой точки зрения микрозелень агрономами практически не изучалась, а также на содержание в биомассе биологически активных веществ.

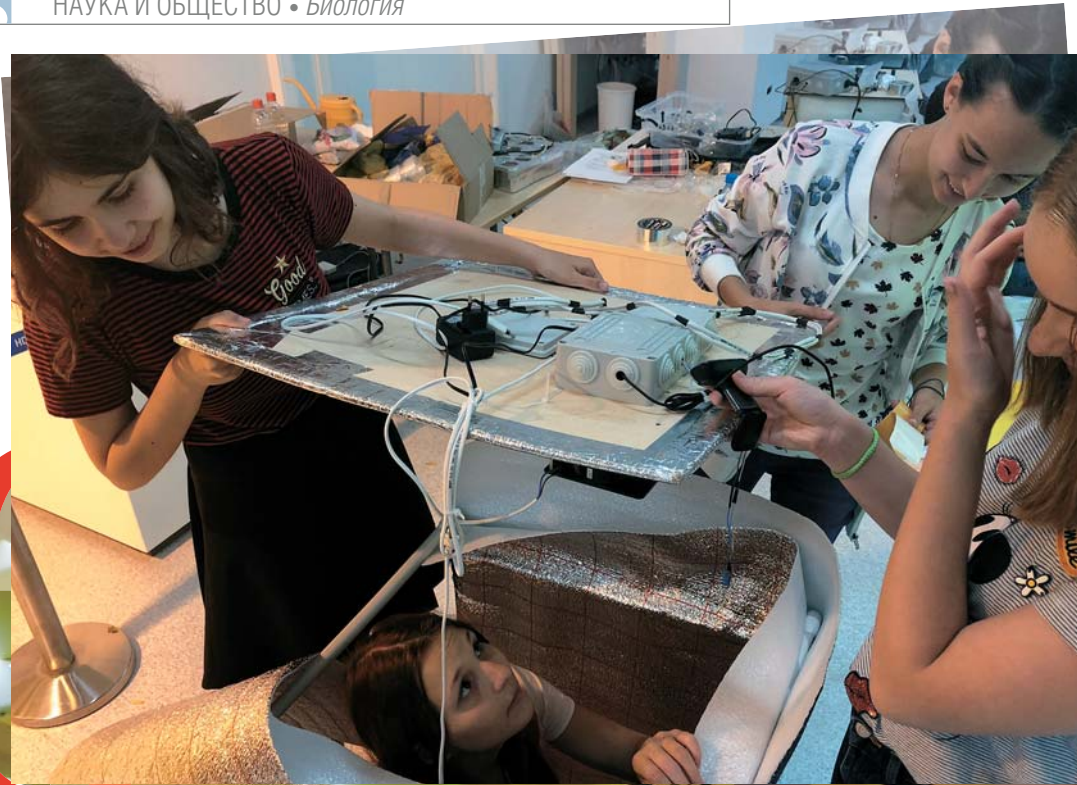
В *грюбоксы* были высажены семена 6 видов растений (кресс-салата «Витаминный», редиса «18 дней», подсолнечника «Лакомка», базилика, салата «Сальто», горчицы белой), 3 вида субстрата (торф, почвогрунт и *агроперлит* – вспученные гранулы вулканической породы). Микрозелень выращивалась при двух режимах подкормки растений (жидкие минеральные удобрения и биогумус «Живчик»), разным световом дне (6 или 18 ч.) и разных температурах (24, 26 и 29 °С). Выращивание подобной продукции в автоматизированной мини-теплице занимает 6–7 дней с момента посева семян.

Судя по приросту биомассы, рост и развитие растений на разных субстратах отличаются видоспецифичностью. Так, биомасса проростков подсолнечника достигала максимума на торфе, горчица и кресс-салат достаточно равномерно росли на двух субстратах – торфе и почвогрунте, а вот редис явно предпочитал почвогрунт. Зато агроперлит никому не пришелся «по вкусу»: если некоторые растения на нем и прорастали, то очень быстро погибали из-за непригодности этого субстрата для питания и развития корневой системы.

Ребята самостоятельно собрали «коробку» *грюбоксов*, установили датчики, загрузили соответствующий софт и начали выращивание микрозелени

Компания *iFarm Project* – это инновационная платформа-интегратор современных био- и агротехнологий, позволяющих выращивать органические овощи, ягоду и зелень с заданным содержанием полезных веществ. Созданные компанией уникальные компьютерные алгоритмы в автоматическом режиме управляют микроклиматом (светом, температурой, влажностью), составом почвы и воздуха и могут использоваться в любых тепличных системах



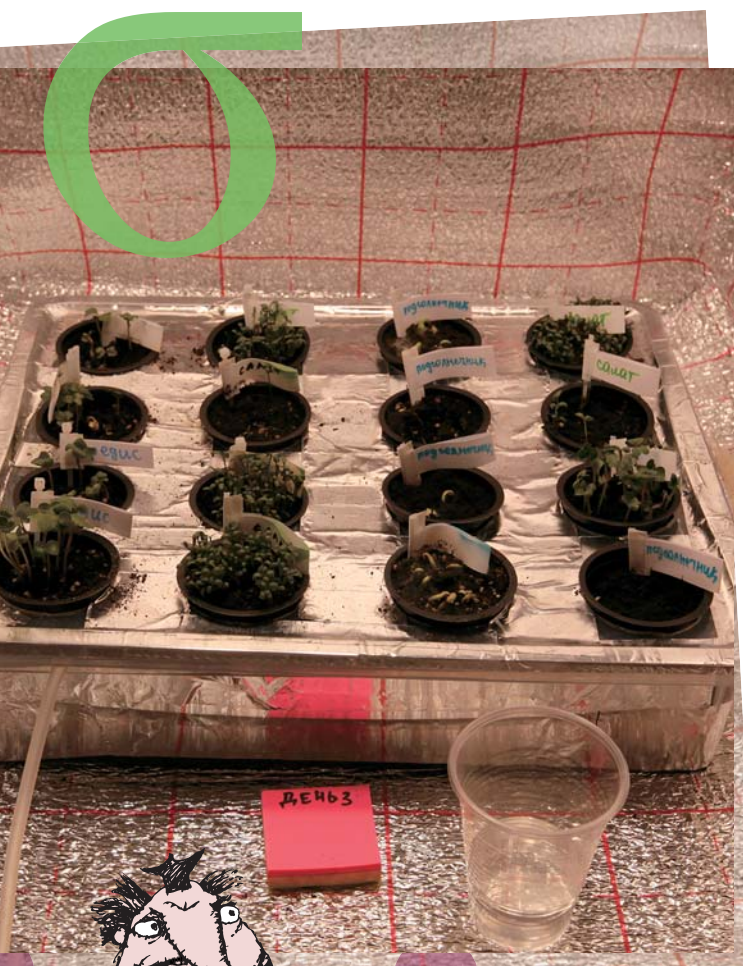


Влияние продолжительности периода освещенности на прирост надземной биомассы зависело от принадлежности растений к определенной экологической группе (*светлолюбивым* или *теневыносливым*). Например, подсолнечник, типичная культура длинного светового дня, быстрее набирал биомассу при 18-часовой освещенности,

а вот редис и горчица хорошо росли и при укороченном световом дне. Поэтому для выращивания в одной теплице лучше всего подбирать растения со схожими потребностями.

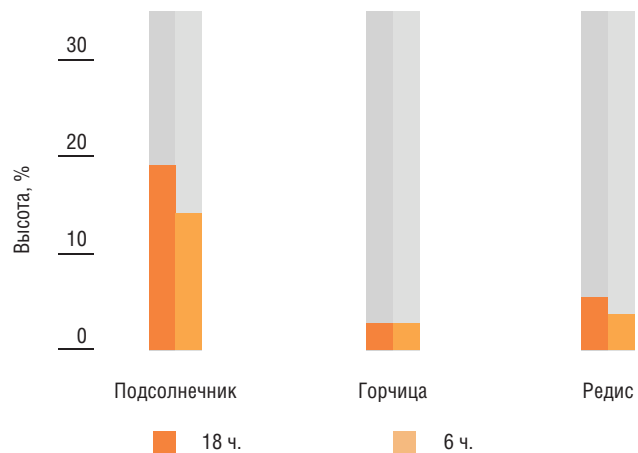
Есть мнение, что молодые проростки не нуждаются в дополнительном минеральном питании, однако эксперименты показали, что внесение жидкого удобрения на основе биогумуса положительно влияет на прирост биомассы, улучшает состояние надземной и подземной частей растений, особенно при выращивании на почвогрунте.

Отдельный вопрос – это накопление в растениях биологически активных веществ, содержание которых определялось с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Согласно литературным данным, оптимальная температура для накопления хлорофилла – 26–30 °С, а рекомендованная для промышленного выращивания микрозелени – 18–20 °С.

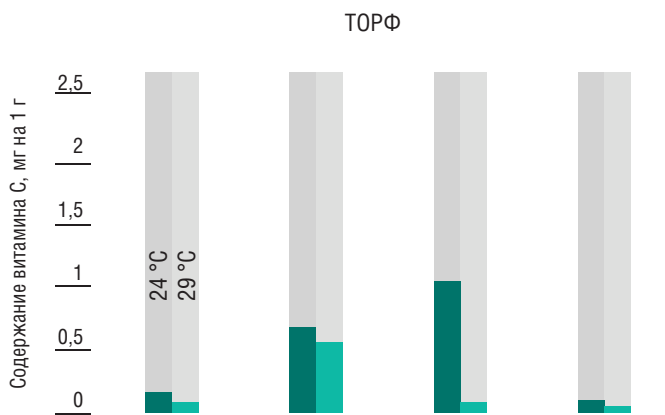
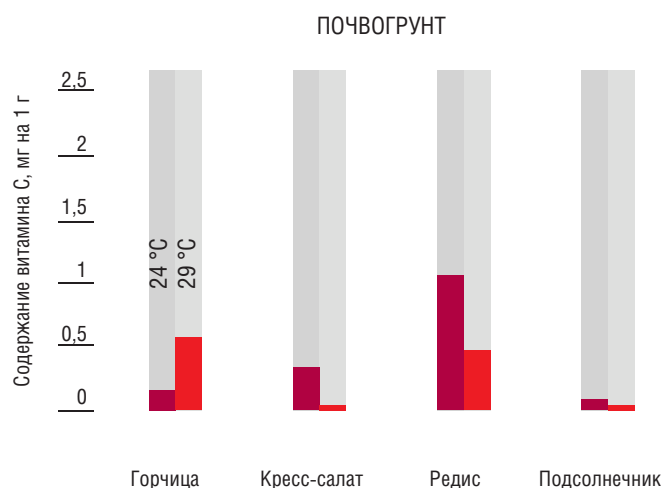


**СОРУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА
«ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ЖИДКОСТ-
НАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ» С. Е. СЕДЫХ:**

Работа над проектами дала ребятам не только теоретические и практические знания, но и научила их действовать в команде, где приходится исполнять различные роли. «Химики», занимавшиеся определением витамина С и хлорофилла в образцах микрозелени, начинали активно работать только после сбора очередного урожая в «умной» микротеплице, т. е. каждые 3–4 дня. Анализ 30–40 образцов занимал много времени и был достаточно трудоемким, а микрозелень измельчалась в весьма «пахучих» растворах, препятствующих окислению витамина С. Работы было «то густо, то пусто», поэтому коллеги-агрономы оценили труд и профессиональные навыки химиков, только когда их привлекли к анализу последнего урожая. При определении концентраций хлорофилла, при котором каждый образец измеряется на спектрофотометре на нескольких длинах волн, всем ребятам, впервые увидевшим этот увлекательный процесс, хотелось самостоятельно провести анализ, в чем им с удовольствием помогли опытные товарищи



Эксперименты, проведенные школьниками, показали, что прирост микрозелени при длинном и коротком световом дне зависит от экологических предпочтений растений



Хроматографический анализ содержания витамина С в микрозелени показал, что накопление этого витамина зависит от температуры выращивания и типа почвенного субстрата

Эксперименты показали, что концентрация хлорофилла в биомассе во время выращивания при повышенной температуре только ненамного выше, чем при более низкой температуре, которая в нашем случае составила 24 °С. (Первоначально, согласно проекту, планировалось испытать и более низкие температуры, однако это не удалось сделать из-за технических возможностей гроубокса и высокой температуры в помещении. По окончании проекта разработчикам переданы рекомендации усовершенствовать систему охлаждения.)

Что касается витамина С, то его накоплению способствовали длинный световой день, дополнительное минеральное питание и температура в диапазоне 24–26 °С. Кстати сказать, употреблять микрозелень желательно сразу после срезки, так как при хранении растений этот витамин очень быстро разрушается.

Таким образом, в ходе экспериментов в гроубоксах школьники определили наиболее оптимальные условия выращивания микрозелени: температура – 24–26 °С, световой день – 18 ч., почвогрунт в качестве субстрата, подкормка жидким разведенным органическим удобрением, капельный полив. Экспериментаторы также убедились, что отклонения от оптимума допустимы и что, даже не имея гроубокса, можно успешно выращивать микрозелень в самых разных условиях, как дома (для еды), так и в школьном классе (для экспериментальных и образовательных целей).

Все этапы экспериментов с агрокультурами были тщательно задокументированы, и к финальной ярмарке проектов ребята предоставили не только вкусную микрозелень, которой угощали всех посетителей, но и рабочий вариант методических рекомендаций, работа над которыми будет продолжена.



Разработка методологии выращивания микрозелени в мини-теплицах – еще один шаг к «городскому земледелию», позволяющему многим людям круглый год выращивать у себя дома полезную органическую продукцию. Эксперименты в рамках программы «Большие вызовы» подтвердили, что выращивание микрозелени – достаточно простой процесс, гроубоксы удобны в эксплуатации, а при соблюдении рекомендаций по выбору тепличных условий качество выращиваемых растений можно регулировать.

Результаты, полученные в ходе реализации проекта, будут использованы компанией *iFarm Project* для усовершенствования системы контроля и поддержания микроклимата в мини-теплицах. Что касается школьников, то никто из них не отнесся к работе равнодушно. Самым же наглядным примером служит метаморфоза, произошедшая с одним из участников программы, который приехал в «Сириус» со своим проектом «Теплица для бабушки» и всю смену придумывал, паял, собирал и чинил системы полива и электронику гроубоксов. По его словам, растениями он никогда не интересовался и биологию не знал и не любил, но по окончании экспериментов вынужден был признать, что «и в этой науке есть кое-что интересное». Вернувшись домой, этот завзятый «технар» по собственному почину начал опыты на различных почвенных субстратах. Можно надеяться, что и другие ребята будут использовать полученный ими практический опыт и теоретические знания для развития идеи сити-фермерства в своем регионе.



А. В. ЛЫСКОВСКИЙ:

Мы привезли эту технологию в «Сириус», потому что здесь формируется будущий кадровый резерв. Школьники, которые подключаются к тем или иным проектам, могут понять, чем им интересно заниматься: биологией, химией, радиоуправляемыми танками... Для талантливых ребят это возможность определиться со своей профессиональной ориентацией.

Сити-фермер – одна из профессий будущего, которая рождается на стыке автоматизации, робототехники, программирования, биоинформатики, химии и агрономии. Конечно, такие кадры никто не готовит, а они должны появляться. И если мы сможем способствовать появлению у подрастающего поколения интереса к этому направлению, показывая им перспективу, то ребята будут расти вместе с нами и создавать автоматизированное сельское хозяйство, в том числе и в городской черте

Литература

Иванова М. И., Литнецкий А., Литнецкая О. и др. Микро-зелень (microgreens) и сеянцы (baby leafs) – новые категории органической овощной продукции // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. №12. С. 406–415.

Иванущенко А. Зеленый стартап: сити-фермерство как предпринимательский тренд. <http://www.insight-magazine.ru/zelenyy-startap-siti-fermerstvo-kak-predprinimatelskiy-trend-318>

Pinto E., Almeida A., Aguiar A. and Ferreira I. Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces // Journal of Food Composition and Analysis. 2015. V. 37. P. 38–43.

Xiao Z., Lester G.E., Luo Ya. and Wang Q. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. V. 60. P. 7644–7651.