

УДК 631.588

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ КРУГЛОГОДИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОВОЩЕЙ В РАЙОНАХ С ЭКСТРЕМАЛЬНЫМИ ПРИРОДНЫМИ УСЛОВИЯМИ

В. Л. Судаков, О. Р. Удалова, Л. М. Аникина, А. К. Виличко, Д. В. Шибанов

*ГНУ Агрофизический научно-исследовательский институт Россельхозакадемии
Гражданский пр., 14, Санкт-Петербург, 195220*

E-mail: suvitaliy@yandex.ru

Поступила в редакцию 22 апреля 2013 г., принята к печати 04 сентября 2013 г.

Разработанные в Агрофизическом НИИ высокоэффективные технологии светокультуры позволяют организовать конвейерный способ выращивания разнообразной овощной продукции в районах с экстремальными природными условиями. Выполнена ориентировочная оценка экономической эффективности круглогодичного производства огурцов по технологиям светокультуры при размещении вегетационного оборудования в стационарных сооружениях, по теплотехническим характеристикам близких к жилым.

Ключевые слова: светокультура, вегетационные светоустановки, огурцы, экономическая эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Особенности российского климата не позволяют вести круглогодичное овощное производство в открытом грунте. Даже в наиболее благоприятных для овощеводства южных регионах РФ овощи «с грядки» можно получать в течение максимум 4–5 месяцев в году. В остальных районах границы периода производства свежих овощей сужаются до 2–3 месяцев.

Длительному хранению в свежем виде подлежат далеко не все овощи из традиционного меню россиян. В результате население России употребляет почти в 2 раза меньше рекомендованной Институтом питания РАН годовой нормы свежих овощей; в течение 8–10 месяцев в году большинству россиян не хватает «живых витаминов».

Основную долю в ассортименте овощных культур, поступающих во внесезонный период по импорту из других стран, составляют виды продукции, которые в недостаточном количестве производятся в отечественных тепличных комбинатах, скоропортящиеся и не производимые в России совсем. Доля импортных томатов, например, на российском рынке достигает 40%, а в период межсезонья поставки свежих помидоров из-за рубежа достигают 95%. В результате дефицит отечественных овощей только возрастает. По данным ФТС, в 2010 году Россией было закуплено у иностранных постав-

щиков и производителей около 3 млн. тонн свежих овощей, а за первые 9 месяцев 2011 года – 3.4 млн. тонн.

Потребление тепличных овощей и зелени в России (как импортных, так и отечественного производства) во внесезонный период существенным образом различается по регионам. Также значительно отличаются друг от друга в регионах РФ цены на свежую овощную продукцию, зависящие от количества привозных овощей, объемов собственного производства и возможности хранения. Наиболее высокие цены реализации свежих овощей в период с ноября по апрель в районах Севера, Сибири и Дальнего Востока, нередко они в разы превышают стоимость свежих овощей в целом по России. Например, правительством республики Саха (Якутия) для удешевления тарифов на перевозку грузов до Тикси выделяются бюджетные средства в размере 120 руб. за килограмм скоропортящихся и социально значимых продовольственных товаров, в том числе и свежих овощей. Несмотря на значительные дотации, нередко овощей и фруктов в продаже не бывает вообще (NVpress.Ru, 2010). 1 кг «томатов на ветке» в промышленно развитом Норильске в январе 2009 г. стоил 350 руб. (<http://www.1sn.ru/68223.html>).

В указанных регионах РФ при нестабильности предложения свежих овощей существует постоянная тенденция значи-

тельного опережения роста розничных цен по отношению к оптовым ценам на завозимую импортную овощную продукцию, обеспечивающая ее высокий конкурентоспособный уровень и отрицательно влияющая на экономико-финансовое положение отечественных предприятий защищенного грунта, приводящая к росту их убыточности и увеличению объема импорта в дальнейшем. С другой стороны, такой разрыв в закупочных ценах и ценах реализации продукции населению потенциально обеспечивает достаточную перспективность организации производства свежих овощей во внесезонный период непосредственно в местах потребления по современным технологиям светокультуры. Ассортимент выращиваемых по данным технологиям овощных культур может составить достаточную конкуренцию импортным поставкам и обеспечить стабилизацию овощного рынка в районах с экстремальными природными условиями.

Для организации предприятий внесезонного выращивания овощной продукции (ПСО – предприятие светокультуры овощей) (Судаков и др. 2010) Агрофизическим НИИ предлагается использовать технологии светокультуры растений – современные научно-технические разработки в области интенсивных высокопродуктивных технологий производства высококачественной овощной продукции. Использование разработанных в Агрофизическом НИИ вегетационных автоматизированных светоустановок (ВСУ) позволяет организовать круглогодичный конвейерный способ выращивания овощей в ПСО, обеспечивающий бесперебойное снабжение населения высококачественными помидорами и огурцами (Панова и др., 2009). Кроме указанных традиционных культур в ВСУ возможно эффективное выращивание и малораспространенных, но не менее ценных для питания человека растений, таких как листовые и кочанные салаты, шпинат, листовая капуста, мангольд, петрушка, сельдерей, ревен, щавель, различные сорта многолетнего лука и др. В разработанных технологиях светокультуры обеспечиваются высокое качество и экологическая чистота выращиваемых растений, соответ-

ствующие самым высоким требованиям пищевой промышленности.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Анализ климатических условий, в которых предполагается организация ПСО – крайне низкие температуры в значительную часть года, полярная ночь, большие ветровые и снежные нагрузки – показывает, что успешное функционирование предприятий ПСО вследствие больших затрат на отопление помещений ПСО возможно только при размещении вегетационного оборудования в стационарных сооружениях, по теплотехническим характеристикам близких к жилым.

Ориентировочный расчет стоимости отопления ПСО и остекленных теплиц показывает, что крайне затратным является выращивание овощей в зимних теплицах также и в районах, где нет долгой полярной ночи, но среднегодовые температуры не превышают $+15^{\circ}\text{C}$.

Сравнительная оценка затрат на отопление выполнена для зимней блочной теплицы проекта 810-1-7.83 Гипронисельпрома общей площадью $\sim 500 \text{ м}^2$ ($6.4 \text{ м} \times 75 \text{ м} \times 4.1 \text{ м}$), строительный объем $\sim 2000 \text{ м}^3$, высота в коньке 4.1 м , высота бокового остекления 2.6 м и ПСО строительным объемом $\sim 2000 \text{ м}^3$ ($12 \text{ м} \times 50 \text{ м} \times 3.5 \text{ м}$), размещенного в помещении, по теплотехническим характеристикам близким к жилым.

Суммарную тепловую мощность (Q), необходимую для поддержания $t_{\text{вн}} = +18^{\circ}\text{C}$ внутри зимней блочной теплицы, можно рассчитать по формуле (Методические..., 1973):

$$Q = K_1 K_2 (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}) S,$$

где

S – общая площадь остекленной поверхности, $\sim 1000 \text{ м}^2$;

K_1 – коэффициент теплопередачи остекленной поверхности, $5.5 \text{ ккал м}^{-2}\text{час}^{-1}, ^{\circ}\text{C}$;

K_2 – коэффициент инфильтрации (для теплиц в хорошем состоянии $K_{2\text{мин}} = 1.2$);

$t_{\text{вн}}$, $t_{\text{нар}}$ – соответственно температуры воздуха внутри и снаружи зимней блочной теплицы. Рассматриваются варианты $t_{\text{вн}} = +18^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{нар}} = +10; +5; 0; -10; -20; -30^{\circ}\text{C}$. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1. Мощность источников тепла, необходимая для поддержания температуры +18°C внутри зимней блочной теплицы строительным объемом ~ 2000 м³ при изменении температуры наружного воздуха в диапазоне +10 ~ -20°C

Q, кВт	Температура наружного воздуха (t _{нар.} , °C)				
	+10	+5	0	-10	-20
	50	85	120	180	250

Необходимая мощность источников тепла для обогрева помещения ПСО строительным объемом ~ 2000 м³ может быть определена по укрупненным показателям:

$$Q = Lq(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})V,$$

где

L – коэффициент, учитывающий изменение удельной тепловой характеристики помещения в зависимости от климатических условий (для 1–3 световых зон L = 1.4);

Q – 0.5 Вт·м⁻³·град, удельная тепловая характеристика жилого помещения;

t_{вн}, t_{нар} – температура воздуха соответственно внутри и снаружи помещения ПСО; V – строительный объем помещения ПСО, 2000 м³.

Рассматриваются варианты t_{вн} = +18°C, t_{нар} = +10; 0; -10; -20; -30°C.

Результаты расчета мощности источников тепла Q кВт для обогрева помещения ПСО и расхода энергии W на отопление помещения ПСО строительным объемом 2000 м³ в сутки приведены в таблице 2.

Таблица 2. Мощность источников тепла, необходимая для поддержания температуры +18°C внутри помещения ПСО строительным объемом ~ 2000 м³ при изменении температуры наружного воздуха в диапазоне +10 ~ -30°C.

Q, кВт	Температура окружающего воздуха t _{нар.} , °C					
	+10	+5	0	-10	-20	-30
	11	18	25	40	50	70
W кВтчас, сутки	270	440	600	900	1250	1600

Результаты расчетов, представленные в таблицах 1 и 2, подтверждают практическую невозможность эксплуатации зимних тепличных сооружений в северных районах страны в период с ноября по март. Мощность источников тепла, необходимая для обогрева зимней блочной теплицы (V = 2000 м³), практически в 4 раза превышает мощность, требующуюся для обогрева ПСО того же строительного объема, размещенного в помещениях, по теплотехническим характеристикам близких к жилым.

Для ориентировочной оценки экономической эффективности организации ПСО в различных регионах РФ необходимо сравнить себестоимость производимой в ПСО продукции с себестоимостью аналогичных видов овощей, произведенных в период с ноября по март в отделениях светокультуры тепличных комбинатов. Наиболее рациональной является оценка, проведенная на примере культуры огурца, которая занимает от 70 до 100% площади отделений светокультуры тепличных комбинатов. Для выращивания огурцов в ПСО используются

разработанные в АФИ вертикальные вегетационные светоустановки (ВСУ).

Чтобы обеспечить круглогодичный цикл поступления овощей стационарные культивационные сооружения тепличных комбинатов переоборудуются для использования интенсивных технологий светокультуры, продлевающих культуuroобороты на внесезонный период – технологий, разработанных на основе знаний биологических особенностей каждого конкретного гибрида, использования эффективных субстратов и источников света, контроля микроклимата и повышенного уровня облучения. Результатом затрат на переоборудование теплиц и изменение технологий является высокая себестоимость овощей, выращиваемых способом светокультуры в тепличных комбинатах во внесезонный период. В таблице 3 приведены месячные данные по себестоимости 1 кг тепличных огурцов, выращиваемых в тепличном комбинате Донецкой области (Украина), расположенном в 4 световой зоне (сумма ФАР 1000 = 1380 кал·см⁻²) (<http://agroprim.com/>).

Таблица 3. Себестоимости 1 кг тепличных огурцов, выращиваемых в тепличном комбинате Донецкой области (Украина) в 2010 г. (ск – светокультура)

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Метод выращивания	ск	ск	ск				1 и 2 обороты					ск
Себестоимость, руб./кг	58.8	66.8	52.0	44.0	36.4	15.2	6.4	7.6	10.8	18.0	36.0	48.8

Средняя стоимость огурцов, выращиваемых в период с декабря по март в тепличном комбинате донецкой области с использованием искусственного облучения, составила 57.8 руб.·кг⁻¹; в ОАО «Пригородный», Сыктывкар, 2005 г. – 71.23 руб.·кг⁻¹ (<http://www.greenhouses.ru>), в комбинате «Тепличный», Вологда, 2008 г. – 70.3 руб.·кг⁻¹ (<http://www.wologda.ru>).

В таблице 4 приведена структура основных затрат, определяющих себестоимость огурцов, выращиваемых по современным голландским технологиям светокультуры в передовом тепличном комбинате РФ – «Алексеевский» (ГУА), 2010 г. (<http://alekseevskiy-cc.ucoz.ru/>).

Таблица 4. Структура основных затрат, определяющих себестоимость огурцов, выращенных по технологиям светокультуры в тепличном комбинате «Алексеевский», Уфа, 2012 г.

Площадь теплицы, тыс. м ²	3.7
Отопление, руб. м ⁻²	12.8
Урожайность, кг м ⁻²	63.1
Электроэнергия, руб. кг ⁻¹	19.5
Семена, рассада, грунт, удобрения, руб. кг ⁻¹	7.1
Оплата труда с начислениями, руб. кг ⁻¹	3.9
Итого прямые затраты, руб. кг ⁻¹	43.4
Себестоимость полная, руб. кг ⁻¹	68.2

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Приведенные выше данные свидетельствуют, что средняя себестоимость производства огурцов во внесезонный период в отделениях светокультуры крупнейших тепличных комбинатах страны, расположенные в средней полосе РФ, оснащенных современным голландским тепличным оборудованием, составляет ~ 70.0 руб.·кг⁻¹. Амортизация, ремонтные расходы, общепроизводственные и общехозяйственные расходы составляют ~ 40% от полной себестоимости.

Большинство овощеводческих хозяйств страны в настоящее время имеют теплицы с большим физическим износом, вследствие которого значительно повышаются затраты на ремонт оборудования, ограждающих конструкций и отопление. Из-за низкого уровня технологии и высокой стоимости энергоресурсов такие комбинаты вообще не могут компенсировать производственные затраты на выращивание овощной продукции во внесезонный период (АКГУП «Инду-

стриальное» (Алтайский край): отпускная цена на 12.2010. – 190 руб.·кг⁻¹).

Основываясь на производительности ВСУ и структуре затрат на светокультуру огурца в ГУ «Алексеевский», можно оценить экономическую эффективность выращивания огурцов по технологиям светокультуры АФИ в предлагаемых для организации предприятиях ПСО. При расчете себестоимости производства овощей в теплицах и ПСО принимается, что затраты на семена, рассаду, грунт, удобрения и оплату труда обслуживающего персонала с начислениями, равными в сумме 11 руб.·кг⁻¹ огурцов, одинаковы при использовании обеих технологий. Значительно различаются затраты электроэнергии, главным образом влияющие на себестоимость овощной продукции в защищенном грунте во внесезонный период и составляющие в ГУА 19.5 руб.·кг⁻¹ огурцов.

Для выращивания огурцов в ПСО используются модели ВСУ с вертикальным расположением источников света – три лам-

пы ДНаТ-400, средняя потребляемая мощность ~ 0.8 кВт. При тарифе ~ 3 руб. за кВт·ч затраты электроэнергии на выращивание огурцов в вертикальных ВСУ составляют ~ 90 руб.·кг⁻¹. Таким образом, прямые затраты на выращивание огурцов в предприятиях ПСО составляют ~ 100 руб.·кг⁻¹ (прямые затраты в отделениях светокультуры ~ 50 руб.·кг⁻¹).

Полная себестоимость включает в себя также и затраты на отопление и амортизационные расходы. В общем балансе расходов на выращивание огурцов в ГУА амортизационные и общехозяйственные расходы составляют менее 10% от общей себестоимости продукции. Можно принять, что соответствующие статьи расходов в ПСО, расположенных в стационарных помещениях, будут менее 5%. Основной причиной увеличения себестоимости огурцов при их культивировании в ПСО являются расходы на обогрев помещений ПСО. Использование в системе обогрева помещений ПСО тепла, выделяемого источниками света ВСУ (лам-

пы ДНаТ-400) является значительным резервом снижения затрат на отопление ПСО.

Конструкция вертикальной ВСУ представляет в плане шестиугольник площадью $\sim 2,0$ м², т.е. при выбранных размерах помещения ПСО (12×50×3.5) в нем возможно размещение ~ 50 вертикальных ВСУ общей продуктивностью ~ 1200 кг; срок вегетации растений огурца – 2 месяца.

Средняя потребляемая мощность установленных в ПСО пятидесяти вертикальных ВСУ ~ 50 кВт, в виде тепловой энергии от источников света выделяется ~ 35 кВт. При длительности светового дня 16 часов общая тепловая энергия, поступающая от источников света в течение суток, составит ~ 560 кВт·час.

Зависимость себестоимости огурцов, культивируемых в ПСО, от температуры наружного воздуха при использовании тепла, выделяемого источниками света для обогрева помещения ПСО, приведены в таблице 5.

Таблица 5. Зависимость себестоимости огурцов (руб.·кг⁻¹), культивируемых в ПСО от температуры наружного воздуха при использовании тепла выделяемого источниками света для обогрева помещения ПСО

Температура воздуха, $t_{нар}$, °С	+10	+5	0	-10	-20	-30
W кВт·час, сутки	270	440	600	900	1250	1600
W_2 кВт·час, сутки	+290	+120	-40	-340	-690	-1040
W_3 кВт·час, кг ⁻¹	-	-	2	17	35	52
	Электрообогрев					
Добавочная стоимость, руб.·кг ⁻¹	-	-	7	60	112	182
Полная себестоимость, руб.·кг ⁻¹	100	100	107	160	212	282
	Водяное отопление					
Добавочная стоимость, руб.·кг ⁻¹	-	-	4	30	60	90
Полная себестоимость, руб.·кг ⁻¹	100	100	104	130	160	190

W_1 – ежесуточное поступление тепла от источников света, 560 кВт·час; $W_2 = W - W_1$ – расход энергии в сутки на отопление помещения ПСО строительным объемом 2000 м³ при утилизации тепла, выделяемого источниками света; W_3 – дополнительный расход энергии на кг продукции, $W_2 / 1200$ кг. Стоимость 1 кВт·час – 3.5 руб., стоимость 1 Гкал – 2000 руб.

Расчетные значения полной себестоимости огурцов определяют целесообразность организации ПСО в северных регионах в зависимости от средних температур наружного воздуха в осенне-зимний период:

– $t_{нар} \geq 0^\circ\text{C}$: для поддержания $t_{вн} \sim +18^\circ\text{C}$ не требуется включение дополнительных источников тепла;

– $t_{нар} \leq 0^\circ\text{C} \geq -10^\circ\text{C}$: себестоимость огурцов, выращиваемых в ПСО при таких температурах, лежит в пределах себестоимости продукции, производимой на большинстве тепличных комбинатов РФ в зимне-весеннем обороте. Можно считать, что орга-

низация ПСО в таких районах будет вполне оправдана как с социальной, так и с экономической точки зрения;

– $t_{нар} \leq 10^\circ\text{C}$: диапазон средних температур во внесезонный период (-10°C) – (-30°C) характерен для областей, расположенных в крайне суровых условиях (табл. 6). В таких районах обеспечение населения свежими овощами представляет трудноразрешимую задачу, и себестоимость огурцов 160–190 руб.·кг⁻¹, выращиваемых непосредственно в месте расположения ПСО, может обеспечить достаточную рентабельность организованных ПСО.

Таблица 6. Диапазон средних температур наружного воздуха в период январь – апрель, октябрь – декабрь для районов Салехарда и Тикси

Месяц	Я	Ф	М	А	О	Н	Д
Средняя температура, °С, Салехард	-23.2	-22.9	-14.9	-9.1	-7.3	-15.3	-20.6
Средняя температура, °С, Тикси	-30.2	-29.5	-26.1	-18.1	-10.5	-23.2	-28.2

ВЫВОДЫ

Анализ общей ситуации с возможной организацией предприятий для внесезонного выращивания овощной продукции с использованием технологий светокультуры в различных регионах РФ показывает, что эффективность их деятельности, в том числе и экономическую, целесообразно оценивать с точки зрения конкретного географического расположения ПСО и социальной значимости производимой продукции. Совершенно различными должны быть требования к конкурентоспособности продукции ПСО в районах, где во внесезонный период свежие овощи практически отсутствуют (например, Тикси, предприятия нефтегазовой промышленности, военные базы, гарнизоны, детские сады в отдаленных северных поселках и т.д.), и в регионах с нерегулярным поступлением овощной продукции из южных районов. В первом случае вопрос о конкурентоспособности выращиваемых в ПСО овощей может вообще не рассматриваться, на первое место выходит социальная значимость организованного производства.

Для северных регионов с нестабильным поступлением свежей овощной продукции потребность в организации ПСО также должна рассматриваться с точки зрения социальной значимости выпускаемой продукции в условиях конкретного региона, улучшения количественных и качественных показателей обеспечения населения свежими овощами во внесезонный период.

Несомненным преимуществом являются сравнительно невысокие затраты на организацию ПСО различной производительности непосредственно в местах потребления овощной продукции. Использование ВСУ позволяет организовать предприятия по внесезонному выращиванию свежей овощной продукции различной производительности – от небольших объемов при выращивании овощей или цветов в детских садах, больницах, школах и т.д., до производства

растениеводческой продукции в объемах, сравнимых с производительностью отделений светокультуры тепличных комбинатов. Потенциальная производительность предприятий ПСО определяется полезной площадью помещений и количеством размещенных в них ВСУ.

Для размещения ВСУ помимо специально спроектированных стационарных сооружений, по теплотехническим характеристикам соответствующих климатическим условиям региона расположения, можно переоборудовать и использовать различные сооружения – утепленные ангары, гаражи, различные строения и т.д., в светоизолированных помещениях которых возможно поддержание заданных температурных параметров окружающей среды. Сами ВСУ различных моделей при невысоких требованиях к дизайну могут быть изготовлены практически в любой мастерской. Стоимость комплектующего оборудования (лампы, пускорегулирующая аппаратура, устройства автоматического управления) для базовой ВСУ площадью 3 м² составляет ~ 8000 руб.

Проведенные сравнительные расчеты себестоимости овощной продукции, производимой в отделениях светокультуры тепличных комбинатов и в ПСО, показали, что, несмотря на более высокую себестоимость овощей, выращиваемых в ПСО, использование технологий светокультуры АФИ является весьма перспективным для внесезонного выращивания высококачественных свежих овощей или цветов в детских садах, больницах, школах, военных базах, удаленных предприятиях нефте и газодобывающих промышленности, погранзаставах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Методические указания по расчету и проектированию систем отопления и вентиляции . 1973. Киев.
- Панова Г. Г. и др. 2009. Разработка технологии энерго- и ресурсосберегающего интенсивного производства экологически чистой высококачественной растительной продукции многоцелевого назначения (РФФИ, № 08-08-13660 офи_ц) // Материалы Всероссийской науч. конф. «Ориентированные фундаментальные исследования и их реализация в АПК России». 28–30 октября 2009 г. Сергиев Посад. С. 28–33.
- Судаков В. Л. 2007. Биотехнологические комплексы круглогодичного производства растительной продукции для пищевой, фармацевтической и парфюмерной промышленности // Современная агрофизика – высоким агротехнологиям. Материалы Международной конференции (Санкт-Петербург. 25–27 сентября 2007 г.). ГНУ АФИ Россельхозакадемии. СПб. С. 220–221.
- Судаков В. Л., Аникина Л. М., Удалова О. Р. 2010. Научно-производственный комплекс для разработки экологически чистых технологий круглогодичного промышленного производства высококачественной растительной продукции // Сб. стат. 2 межд. науч.-практ. конф. «Инновационные процессы в АПК». М. С. 46.
- NVpress.Ru. Якутия в наше время. 2010.
<http://www.1sn.ru/68223.html>
http://agroprim.com/publ/ovoshhi_frukty/ovoshhi/matematika_teplichnykh_ogurcov/94-1-0-52
http://www.greenhouses.ru/svetokultura_Prigorodnyi
<http://www.wologda.ru/teplich>
<http://alekseevskiy-cc.ucoz.ru/index/0-6>
<http://region.adm.nov.ru/press/news/press/38708/>