

# РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕТНЕ-ОСЕННЕГО ОБОРОТА ОГУРЦА НА МАТАХ ГРОДАН ПРЕСТИЖ В ТК «ГРИНХАУС» Г. СТАРЫЙ ОСКОЛ. ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТА ДЖ/КГ И Г/МОЛЬ

**С. В. Тяпкин, главный агроном ООО «Гринхаус»;**

**Е. Р. Смирнов, агроном-технолог;**

**Р. А. Селютин, агроном-агрохимик;**

**Д. А. Федоров,  
технический консультант Гродан, к. с.-х. н.**

Тепличный комбинат ООО «Гринхаус» находится в Белгородской области, Старооскольского городского округа, села Терехово. Введен в эксплуатацию в 2017 году. В данной статье приведена информация о выращивании огурца F1 Бьерн в летне-осеннем обороте 2023 г. на матах Гродан Престиж. Плодоношение проходило в течение 10 недель, и был получен урожай в 24,68 кг/м<sup>2</sup>, при эффективности использования света 6634 Дж/кг или 9,7 г/моль ФАР. Общая площадь тепличного комплекса 24,5 га, из них 20 га – производственная площадь, состоящая из четырех производственных блоков, и 1,4 га – рассадное отделение. Теплица конструкции фирмы Hortilife с высотой стойки 7,45 м. оснащена системой искусственного освещения: светильники Gavita, натриевые лампы высокого давления Philips-1000 Вт, 213 Вт/м<sup>2</sup>, что соответствует расчетному среднему значению PPFД (без учета деградации ламп) – 386 мкмоль/с/м<sup>2</sup> (рассчитано с помощью онлайн-конвертера мощности натриевого облучения компании ЕВА-СВЕТ). Имеется система туманообразования (СИОД), затеняющий экран, энергетический экран, четыре контура отопления. Расстояние между шпалерой и лотком, на котором расположены маты, 3,5 м.

На основании данных о приходе естественного света характерного для световой зоны, в которой находится ТК, и данных о приходе радиации на метеостанции ТК, специалистами ТК был произведен расчет



Рисунок 1. Слева направо: Гл. агроном Тяпкин С. В., нач. участка Бурцева М. А., агроном-технолог Смирнов Е. Р., агроном-агрохимик Селютин Р. А., бригадир Севостьянова О. А., бригадир Грачева И. А.

оптимальной плотности растений, необходимой для максимального использования света и получения урожая. Было принято решение выращивать растения с густотой стояния 3,2 стебля на м<sup>2</sup>.

Получение данной плотности было осложнено техническим оснащением ТК, поскольку плотность капельниц в данном блоке составляет 2,75 шт/м<sup>2</sup>. В связи с этим было принято решение высаживать рассаду на мат по следующей схеме: число стеблей на мат – семь шт., из них пять кубиков 75\*75 мм по одному растению в один стебель и один кубик 150\*100 мм с двумя растениями в один стебель. В кубик 75\*75 мм установлено по одной капельнице, и одна капельница установлена в кубик 150\*100 мм (получается одна капельница на два растения). Такой подход мог создать неравномерность при поливе растений, однако был единственно возможным в сложившихся

условиях. Гродан при возникновении сложных ситуаций, как в данном случае, рекомендует обязательно консультироваться со специалистами Гродан.

**Технология выращивания на примере блока № 1.5 площадью 59400 м<sup>2</sup>.** В данном блоке выращивали огурец F1 Бьерн (селекция компании Enza Zaden) в летне-осеннем обороте 2023 г. Лампы 2020 года установки – 264 ряда по 48 ламп ДНаТ Philips-1000 Вт. Лампы расположены между лотками, на которых размещаются маты. Итого 264 лотка\*48 шт/ряд=12672 шт. ламп, 12672 шт. ламп \*1000 Вт/ 59400 м<sup>2</sup> = 213,33≈ 213 Вт/м<sup>2</sup> – удельная номинальная ламповая мощность.

В данном блоке на двух лотках находился на испытании другой гибрид, поэтому в расчетах использовалась площадь 58950 м<sup>2</sup>.

Посев семян на рассаду – 21.07.2023.

Высадка рассады в теплицу – 02.08.2023.

Дата первого сбора – 28.08.2023.

Дата последнего сбора – 03.11.2023.

**Посев и выращивание рассады**

В качестве субстрата для рассады использовали минераловатные кубики 75 \*75 \*65 мм и 150 \*100 \*65 мм. Кубики расставляли на рассадных столах отверстиями вниз из расчета получения при финальной расстановке 63,3 растений/м<sup>2</sup>. Такая высокая плотность и размер кубиков были вынужденным решением при ограничении доступной площади рассадного отделения в данный период времени и запланированным коротким сроком выращивания рассады. Запитывали их методом подтопления питательным раствором с ЕС 2,0 мСм/см и pH 5,0. На следующий день после запитки кубики переворачивали и снова запитывали тем же раствором. После напитки проводился посев, семена присыпали вермикулитом на уровне углубления, пленкой не накрывали. После появления первого листа делали расстановку и выбраковку. Проводили одну расстановку сразу до финальной плотности в 63,3 раст/м<sup>2</sup>. Выставляли рассаду на мат сразу в отверстия в возрасте 13 суток от посева.

Таблица 1.

Уровни элементов питания при запитке кубиков и матов.

NH4	NO3	P	K	Ca	Mg	S		N:K	K:Ca	Ca:Mg	K:Mg
20,0	320	59	390	236	52	35	мг/л	1,22	1,65	4,54	7,50
1,43	22,86	1,91	9,97	5,89	2,14	1,09	ммоль/л				
Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	B						
21,5	10	5	0,95	0,63	31	мкмоль/л					
1,20	0,55	0,33	0,06	0,06	0,33	мг/л					

**Выращивание культуры в производственном блоке**

За двое суток до завоза рассады, на лотки в теплице укладывали маты из каменной ваты Гродан Престиж объемом 19,5 л (1000\*19,5\*100). 19,5 л /6 кап в мате \* 2,75 кап/м<sup>2</sup> = 8,9 л ваты/м<sup>2</sup>. Это соответствует рекомендованному Гродан оптимальному объему ваты, позволяющему управлять ситуацией в субстрате. После раскладки маты напительвали питательным раствором (Таблица 1) до «водного зеркала». Параметры питательного раствора: ЕС=3,0 мСм/см и pH=5,2. За день до посадки прорезали дренажные отверстия

в одном месте на конце мата в сторону уклона лотка для стекания дренажа.

После посадки три дня делали три-четыре полива в день дозой по 100 мл/кап. Цель – не дать пересохнуть кубик в момент начала укоренения. ЕС питательного раствора 2,6 мСм/см. После прирастания кубиков к мату поливали согласно рекомендациям Гродан в фазе 2 – «Укоренение». Основная цель – снижение влажности в мате на 2,2–2,8 % в сутки. Постоянно контролировали влажность мата по весам. Усушка продолжалась до начала цветения шестой пазухи растений (пять пазух ослепляли.) В момент окончания



Уровни элементов питания при поливе взрослых растений

NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	S				
20,0	350	59	450	248	52	35	мг/л			
1,43	25,00	1,91	11,51	6,18	2,14	1,09	ммоль/л			

N:K	K:Ca	Ca:Mg	K:Mg
1,29	1,81	4,77	8,65

Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	B		
21,5	10	5	0,95	0,63	31	мкмоль/л	
1,20	0,55	0,33	0,06	0,06	0,33	мг/л	



ушки влажность матов составляла около 50–60 %. Благодаря качеству и возможностям субстрата, а также четкому следованию стратегии поливов в фазе 2 – «Укоренение», была сформирована мощная корневая система, которая распространилась по всему мату.

После окончания фазы 2 увеличили поливы для поднятия влажности матов и выхода дренажа к первому сбору в объеме 30 % в сутки. ЕС на подаче к первому сбору повышали до 3,2 мСм/см. В мате с начала



цветения старались держать ЕС=2,6–3,0 мСм/см. С началом цветения перешли на другой питательный раствор (Таблица 2).

Каждые 14 дней делали агрохимический анализ раствора на подаче и выжимок из матов, и корректировали по недостающим элементам.

Стратегию полива в фазе плодоношения выстраивали, пользуясь рекомендациями специалистов Гродан. Как правило, первые три полива в сутках делали крупными дозами по 130 мл, восполняя ночную потерю влаги (оптимально для летнего периода 8–9 %) в мате. Следующие поливы были средней дозой по 100 мл на капельницу, выход дренажа старались держать 30–35 % в сутки.

**Результаты.** За две недели до конца оборота была сделана прищипка верхушек растений. Последний сбор – 03 ноября 2023 г. Урожайность за оборот составила 24,68 кг/м<sup>2</sup> (в данной статье урожайность рассчитывали делением валового сбора на общую площадь теплицы) при сборе плодов массой 90–100 г.

На 37-й неделе года отмечается снижение урожайности (Рисунок 2). Связываем это со сложностью выдержать параметры микроклимата в теплице из-за внешних климатических условий – жаркие август и начало сентября. Высокие наружные температуры приводят к следующим факторам:

- необходимости работать форточками, что снижает уровень CO<sub>2</sub> в теплице, затрудняет возможность удержания ОВВ в оптимальных диапазонах.
- повышению среднесуточной температуры, что приводит к большему дыханию, а это, соответственно, уменьшает нетто фотосинтез. Отсюда меньше сахаров для образования плодов и, как результат, снижение урожайности.

### Эффективность использования света.

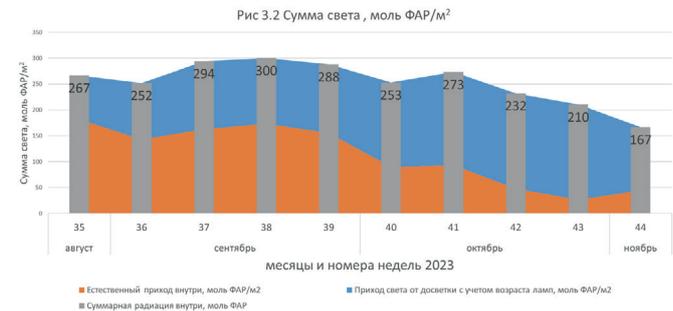
Имея данные о пришедшем свете и полученной продукции, и, используя одинаковую методику расчетов, возможно сравнивать показатели работы агрономов в части получения урожая при различных климатических и световых условиях.

На данный момент, по нашему мнению, в тепличных хозяйствах РФ и мира используют два показателя – Дж/кг и г/моль ФАР.

Эффективность использования света в Дж/кг – иными словами сколько света (Дж/см<sup>2</sup>) было затрачено на получение единицы продукции (кг). Для расчета этого показателя используются данные о приходе суммарной радиации по датчику метеостанции ТК,



в г/моль ФАР» – иными словами, сколько продукции (г) было получено на единицу света ФАР (свет в диапазоне волн 400–700 нм, используемый растениями для



фотосинтеза, – фотосинтетически активная радиация в моль ФАР/м<sup>2</sup>). Для расчета этого показателя используются данные о приходе суммарной радиации по датчику метеостанции ТК, находящемуся над крышей теплицы, и показываемые климатическим компьютером приведенные к «внутренним» значениям, т. е. путем умножения на средние коэффициенты перевода 1,61 – учитывающий 70 % светопропускания стеклянной теплицы и долю 50 % ФАР в этом свете (подробнее в статье Гродан «Единицы измерения света» в журнале Теплицы России № 2 за 2023 г. или на сайте Гродан).

Например, климат-компьютер показывает нам, что за день пришло 1000 Дж/см<sup>2</sup> от солнца. Эти данные наружные т.к. датчик стоит над крышей теплицы. Для перевода в моль ФАР 1000 Дж/см<sup>2</sup>\*1,61 мкмоль/Дж \* 10000 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>:1000000 (перевод из микромолей в моли) = 16,1 моль ФАР/м<sup>2</sup>≈16 моль ФАР/м<sup>2</sup> Для упрощения конструкции «10000 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>/1000000» можно заменить на «разделить на 100» т. е. 1000 Дж/см<sup>2</sup>\*1,61 мкмоль/Дж:100 = 16 моль ФАР/м<sup>2</sup>

Данные о приходе света от ламп рассчитываются на основании информации о номинальном фотосинтетическом фотонном потоке, мкмоль/с, указанном в документах к лампам. Также можно воспользоваться средними данными, представленными в онлайн-калькуляторе компании «ЕВА-СВЕТ».

В примере выше мы посчитали, что лампы дают нам 196 Дж/см<sup>2</sup> внутри за три часа досветки. Для перевода в моль/м<sup>2</sup> необходимо 196 Дж/см<sup>2</sup>\*2,15 мкмоль/Дж (данные из каталога ламп Phillips):100 = 4,2 моль ФАР/м<sup>2</sup>.

Подводя промежуточные итоги по этим двум показателям, стоит запомнить, что чем меньше значения Дж/кг получил агроном, тем его результат выше, но в г/моль ФАР ситуация обратная, чем больше г/моль получил агроном, тем его результат выше.

По нашему мнению, стоит учиться использовать расчет в г/моль, поскольку он позволяет точнее прогнозировать урожайность, учитывать спектральный состав ламп, подходит для расчетов, в том числе, и LED досветки.

Приведенные выше расчеты, основанные на удельной номинальной ламповой мощности, не очень точные, и при точном подходе к работе специалиста,

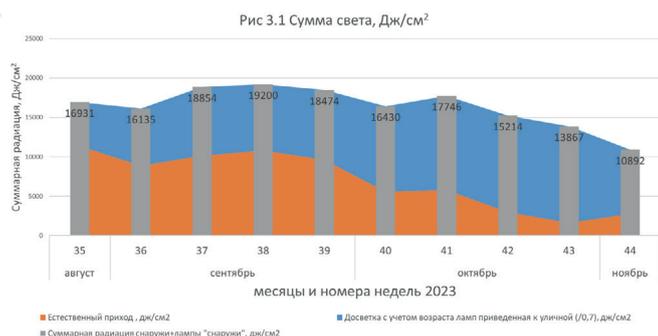
находящемуся над крышей теплицы, и показываемые климатическим компьютером. Данные о приходе света от ламп приводятся к «наружным» путем деления на коэффициент 0,7 (что означает 70 % светопропускание высокой стеклянной теплицы).

Например, номинальная ламповая мощность была 100 Вт/м<sup>2</sup> в течение трех часов. Для расчёта суммы света умножим интенсивность на количество секунд в периоде: 100 Вт/м<sup>2</sup> \* 60 с/мин \* 60 мин/час \* 3 час = 1 080 000 Дж/м<sup>2</sup>.

Получилось громоздкое число, с ним неудобно работать, поэтому принято сумму света выражать не на м<sup>2</sup>, а на см<sup>2</sup>: 1 080 000 Дж/м<sup>2</sup> : 10000 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> = 108 Дж/см<sup>2</sup>. Таким образом, сумма света за три часа составит 108 Дж/см<sup>2</sup>. Для перевода к «наружным» значениям 108 Дж/см<sup>2</sup>:0,7 = 154 Дж/см<sup>2</sup>.

При этом рекомендуется учитывать деградацию ламп с течением времени, для расчетов используем среднее значение 5 % в год. Таким образом, если в ТК «Гринхаус» лампы были установлены в 2020 г. и имели номинальную ламповую мощность 213 Вт/м<sup>2</sup>, то в 2023 году (о результатах оборота которого рассказывает эта статья) для расчетов берем мощность 213 Вт/м<sup>2</sup>\*(100 %-3 года\*5 %) 85 % = 181 Вт/м<sup>2</sup>. 181 Вт/м<sup>2</sup>\* 60 с/мин \* 60 мин/час \* 3 час\* 10000 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>=196 Дж/см<sup>2</sup> внутри. Для упрощения конструкцию «60 с/мин \* 60 мин/час\* 10000 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>» можно заменить на коэффициент «0,36» т.е. 181 Вт/м<sup>2</sup> \* 0,36 \* 3 часа = 196 Дж/м<sup>2</sup> внутри 196 Дж/см<sup>2</sup>/0,7 = 280 Дж/см<sup>2</sup> в «наружных» значениях

Вторым, набирающим популярность показателем, является «Эффективность использования



занимающиеся лампами, рекомендуют ежегодно перед началом оборота проводить измерения реальных показателей своей досветки в каждом тепличном блоке приглашая специалистов с профессиональными приборами. Однако не у всех тепличных комбинатов есть такая возможность, по этой причине мы и предлагаем усредненную расчетную методику.

На рисунках 3.1 и 3.2 представлены данные о сумме света по месяцам в Дж/см<sup>2</sup> и моль ФАР/м<sup>2</sup>.

Просуммировав приход радиации от досвечивания (приведенный к «наружным») с естественным приходом света, и, разделив на валовый сбор продукции за период плодоношения, получили: на производство 1 кг продукции огурца F 1 Бьерн, при сборе плодов массой 90–100 г, использовалось в среднем – 6634 Дж/кг

Разделив валовый сбор (в граммах) продукции за период плодоношения на сумму прихода радиации от досвечивания и естественного прихода света (внутри

теплицы и приведенный к диапазону ФАР) получили: на один моль производилось в среднем за период сборов 9,7 г продукции огурца F 1 Бьерн, при сборе плодов массой 90-100 г, т. е. 9,7 г/моль (Рисунок 4).

**Полученных результатов удалось добиться благодаря слаженной работе коллектива, субстратам Гродан и грамотному использованию всех возможностей, которые были в наличии у агрономов тепличного хозяйства.**

**Тяпкин Сергей Владимирович,  
E-mail: tyapkin\_sv@magnit.ru  
Смирнов Егор Романович,  
E-mail: smirnov\_er@magnit.ru  
Селютин Роман Александрович,  
E-mail: selyutin\_ra@magnit.ru  
Федоров Даниил Алексеевич,  
E-mail: daniil.fedorov@rwl.ru**

Рис 4. Эффективность использования света по неделям

