

# БЕССУБСТРАТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОПОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ



## HYDROPONICS TECHNOLOGY TO GROW PLANTS WITHOUT SOIL

Шишкин П.В.<sup>1</sup> – кандидат с.-х. наук, ген. директор  
Антипова О.В.<sup>2</sup> – кандидат с.-х. наук,  
заместитель генерального директора по технологиям

<sup>1</sup> ООО НПО "КОМПАС"  
E-mail: info@compaslt.ru  
http://www.compaslt.ru/

<sup>2</sup> ООО ПКФ «Агротип»  
109431 Москва, ул. Авиаконструктора Милия, д. 8, корп. 1  
E-mail: info@agrotip.ru  
http://www.agrotip.ru

Shishkin P.V.,<sup>1</sup>  
Antipova O.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LLC 'COMPAS'  
E-mail: info@compaslt.ru  
http://www.compaslt.ru/  
<sup>2</sup> LLC 'Agrotype'  
Aviakonstruktora Miliya St, 8 build. 1, Moscow, 109431, Russia  
E-mail: info@agrotip.ru  
http://www.agrotip.ru

Разработан способ бессубстратного гидропонного выращивания, который обладает рядом преимуществ: обладает высокой технологичностью; обеспечивает снижение капитальных затрат и экономию поливной воды и удобрений за счет отсутствия необходимости в дренаже и инженерных системах, связанных с циркуляцией питательного раствора; обеспечивает снижение эксплуатационных затрат за счет отказа от использования субстрата; устраняет проблему корневых гнилей, типичную для всех известных способов бессубстратной гидропоники, что позволяет успешно выращивать растения с большим объемом корневой системы и длительным периодом вегетации. Работоспособность данного способа выращивания подтверждена многолетними испытаниями. Было показано, что плодовые овощные культуры (в том числе и огурец, корневая система которого особенно чувствительна к кислородному голоданию) прекрасно растут, развиваются и плодоносят в вегетационных лотках данной конструкции.

**Ключевые слова:** защищенный грунт, гидропоника, бессубстратная технология, овощные культуры.

*The method of hydroponics for growing plants without soil has been developed, where the many advantages are: the high technological performance; reduce of expenses; economy in watering and fertilizers due to lack of drainage system and extra engineering needed for solution circulation; reduce of exploitations expenses due to lack of soil tilling. There is also no problem concerning the root rots that are typical for all methods of growing plants without soil. This allows growing the plants with large root volume and prolonged period of vegetation. Efficiency of this system has been proven by multi-year experiments. It was shown that vegetable crop such as cucumber, the root system of which is very sensible to oxygen deficiency, well grew, developed and gave fruits on the vegetation tray.*

**Keywords:** protected cultivation, hydroponics, growing plants without soil, vegetable crops.

Когда мы говорим о бессубстратных технологиях выращивания тепличных культур, то подразумеваем, что в данном случае речь идет о таких технологиях, когда растения выращиваются на питательных растворах (гидропоника) или за счет подачи питательного раствора к корневой системе за счет мелкодисперсного распыления в виде аэрозоля (аэропоника).

Из всех существующих методов чистой гидропоники наибольшее распространение в настоящее время имеет проточная гидропоника – современный вариант так называемой технологии NFT (Nutrient film technique – техника питательной пленки). NFT

является разновидностью гидропонной технологии, при которой очень мелкий поток воды, содержащей все необходимые для роста растения элементы питания в растворенном виде, циркулирует через открытые корни растений в закрытых каналах.

NFT была разработана в середине 1960-х годов в Англии доктором Alen Cooper, ученым исследовательской Станции Тепличных Культур в Англии, который опубликовал книгу «The ABC of NFT» (Grower Books, London, UK, 1979, 1844 pps, Reprinted by Casper Press, Narrabeen, Australia), т.е. «Основы технологии NFT».

В соответствии с этими теоретически-

ми основами идеальная система NFT должна иметь очень маленькую глубину циркулирующего потока, чуть больше водяной пленки, отсюда и название технологии – «nutrient film», т.е. питательная пленка. Такой подход приводит к тому, что корневая система растений, образующаяся на дне канала (желоба), будет иметь верхний слой, который, хотя и будет влажным, но будет находиться в воздухе. Т.е. нижняя часть корневой системы будет находиться в воде, а через верхнюю ее часть будет обеспечиваться хорошее снабжение кислородом. Для того чтобы такая система функционировала правильно-

но, необходимо сочетание правильного уклона каналов, правильной скорости потока питательного раствора и правильной длины каналов. Избыток или недостаток в величине одного из параметров приводит к дисбалансу между другими. Теоретически, NFT-система может обеспечить такой баланс, но на практике добиться его очень непросто (практически невозможно).

В настоящее время проточная гидропоника продолжает достаточно широко применяться при выращивании листовых овощных культур типа салатов и других зеленных культур. При этом рассада зеленных культур может выращиваться как в пластиковых горшочках с торфо-перлитовой смесью, так и в так называемых бумажных стаканчиках, и в торфяных кубиках, а сами желоба (каналы), в которых происходит дальнейшее выращивание растений, могут располагаться как стационарно (на стеллажах или в многоярусных системах), так и передвигаться с помощью механических приводов, обеспечивая максимально возможный коэффициент полезного использования площади теплиц.

Но нигде эта технология не получила широкого распространения для выращивания плодовых овощных культур, таких как огурец, томат, перец и т.д. Это связано, во-первых, с разным объемом корневой системы у зеленных и у плодовых овощных культур (понятно, что у последних этот объем намного больше), а во-вторых, с разной продолжительностью выращивания. Проблемы, связанные с недостаточным снабжением корневой системы кислородом, появляющимися вследствие этого корневыми гнилями, накоплением корневых выделений и инфекционных начал в циркулирующем растворе, могут с достаточной степенью надежности контролироваться при коротком вегетационном периоде (порядка одного месяца), но выходят из под контроля при более длительном периоде выращивания. Поэтому на сегодняшний момент большинство коммерческих тепличных культур, таких как томаты, перцы, огурцы, выращиваются с применением малообъемной гидроponики, т.е. с использованием определенного объема какого-либо субстрата, органического или инертного.

Все вышесказанное относится и к такой разновидности проточной гидроponики как технология подтопления (или технология прилива-отлива). Здесь постоянный поток питательного раствора заменен на периодические подтопления горшков, кассет или минераловатных кубиков, расположенных на полу или стеллажах, питательным раствором, что частично решает проблему адекватного снабжения корневой системы водой с питательными элементами и кислородом. Поэтому эта технология также достаточно широко применяется при производстве зеленных культур и овощной и цветочной рассады или горшечных культур. Но опять же, ее использование для выращивания плодовых овощных культур в промышленных масштабах не прижилось из-за технологических сложностей и дороговизны.

Еще одним вариантом так называемой «чистой» гидроponики является выращивание растений на плавающих платформах из полистирола. В голландском варианте технологии рассада растений (опять же – исключительно зеленных культур) выращивается в минераловатных пробках или кубиках и помещается в специальные



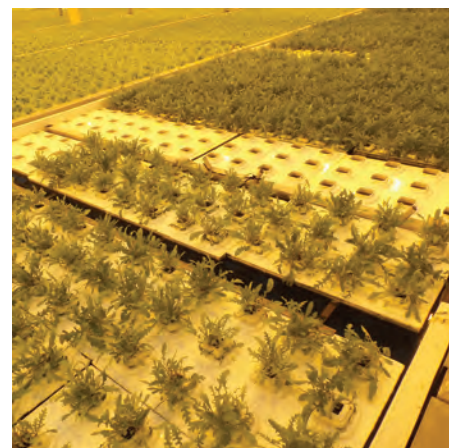
Варианты проточной гидроponики



Метод подтопления (прилива-отлива)



Выращивание на плавающих платформах в минеральной вате





отверстия в платформах, которые плавают на поверхности бассейнов с питательным раствором.

Есть итальянская разновидность этой технологии, отличающаяся тем, что у итальянских плавающих платформ вместо отверстий под рассаду сделаны щелевые прорези, имеющие в разрезе коническую форму. В эти щели насыпается мизерное количество вермикулита, поверх которого высеваются семена специфических зеленных культур, которые на Западе называются Бейби Лиф (**Baby Leaf**) – это рукола, мангольд, мицуна, тацой и т.п. Щелевые платформы позволяют практически полностью отказаться от субстрата (остается только небольшое количество вермикулита) и получить очень высокую плотность посадки – практически сплошное поле зелени.

Все это очень интересно, но применимость этой технологии также ограничена зелеными культурами по все тем же причинам – проблемы со снабжением корневой системы кислородом (здесь воздух приходится подавать в бассейны с плавающими платформами с помощью специальных систем барботации), проблемы

рециркуляции питательных растворов, их обеззараживания, накопления корневых выделений и т.д.

**Существуют ли гидропонные системы, которые позволяют выращивать не только зеленные, но и наши основные коммерческие тепличные культуры, такие как огурец, томат и т.п.? Есть и такие разработки.**

Например, испанская компания NGS (New Growing System) предложила интересный вариант проточной гидропоники. Он представляет собой желоб или рукав из полиэтиленовой непрозрачной пленки, имеющий несколько уровней. Причем питательный раствор, подающийся на верхний уровень, через отверстия в дне рукавов попадает на нижележащие уровни, создавая как бы каскады миниводопадов из питательного раствора. Перетекая с одного уровня рукава на другой, питательный раствор насыщается кислородом, что создает благоприятные условия для роста и развития корневой системы растений, которая также имеет возможность проникать в разные уровни желоба и наращиваться до значительных объемов.

NGS производит в настоящее время три различных типа многоуровневых рукавов, пригодных для выращивания всех типов культур:

1. Многоуровневый желоб 3CP, специально разработанный для листовых овощных культур: салат, шпинат, мангольд, сельдерей, капуста, ароматические растения и т.п.
2. Многоуровневый желоб 4CP для тех культур, которые формируют большую корневую систему: томаты, перец, кабачки, баклажаны, огурец и т.п.
3. Многоуровневый желоб DUO, специально разработанный для земляники.

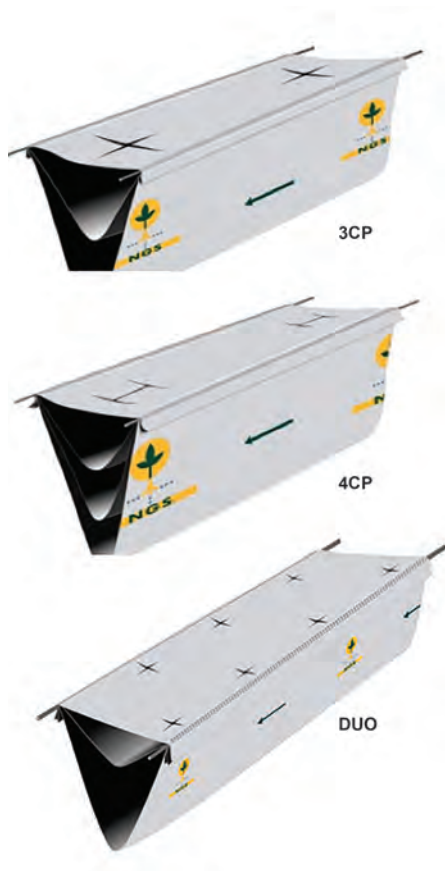
Многоуровневый рукав, будучи нежесткой конструкцией сам по себе, требует сочетания с внешним жестким каркасом, который позволит размещать его в любом месте или на любой поверхности. Компания предлагает изготавливать такой каркас из металлической арматуры. Железная арматура широко представлена на рынке, поэтому легко доступна. Стальной каркас обеспечивает системе необходимую жесткость, а также защиту от неожиданных ударов.

Действительно, эта технология позволяет получать приличные урожаи различных культур (не только зеленных, но и томата, и например, земляники), но широкого распространения до сих пор все-таки не получила. Виной тому, является, простите за тавтологию, не очень высокая технологичность этой технологии. Каркасы из металлической арматуры, которые нужно сваривать под каждый ряд растений; пленка (на самом деле, используется очень плотная пленка, скорее клеенка), которую нужно менять через несколько оборотов (причем при замене все переустанавливается и закрепляется вручную с помощью степлеров!); система рециркуляции, связанная с наличием коллекторов, накопительных емкостей, насосов, фильтров, дезинфекционных установок и т.д.

Были попытки предложить что-то более технологичное. Например, в 2001 году в Голландии появился патент на способ бесубстратного гидропонного выращивания растений от компании Peter Van Luijk B.V. Разработчики данного способа предлагали на базовый блок помещать рукав из непрозрачной пленки, внутри которого помещался капиллярный мат, служащий влагонакопительной прокладкой. При этом минераловатные кубики с



Выращивание на щелевых плавающих платформах







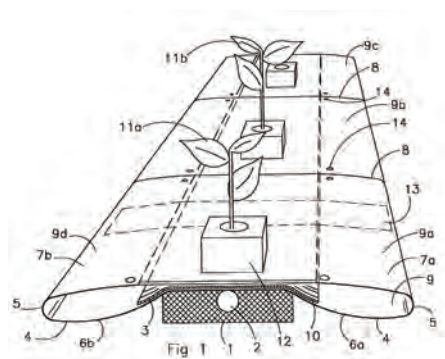
**Бессубстратное выращивание  
в многоуровневом рукаве**

растениями должны вставляться в отверстия верхней части рукава, а питательный раствор к ним подаваться через капельницы. Предусматривались также отверстия для перелива излишков питательного раствора, а в базовом блоке - трубка для подогрева или охлаждения корневой зоны.

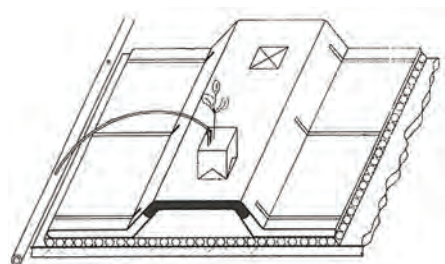
В 2003 году появился патент наших белорусских коллег (НИИ овощеводства и ТК «Берестье»), очень напоминающий голландский прототип. Тот же несущий блок (правда, трапецевидной формы), из теплоизоляционного материала, на блоке размещен водонепроницаемый технологический рукав, внутренние части которого, расположенные с обеих боковых сторон блока, образуют емкости для питательного раствора и размещения корневой системы. Через разрез в верхней части рукава в него помещается емкость (кубик) с растением. При этом внутри технологического рукава под емкостью с растением размещена прокладка, выполненная из влагонакопительного материала, а питательный раствор подается в емкость с растением через капельницу.



**Бессубстратная технология выращивания в пленочном рукаве в ТК «Берестье»**



**Peter Van Luijk B.V. (Нидерланды)**



**НИИ овощеводства и ТК «Берестье»  
(Белоруссия)**

Данное устройство сложно в изготовлении, не имеет надежной фиксации емкостей с растениями в технологическом рукаве, не обеспечивает достаточного снабжения коревой системы растений кислородом, не приспособлено для использования в подвешенном состоянии, чего требуют современные технологии выращивания тепличных растений. Этот вариант бессубстратной технологии выращивания был осуществлен в ТК «Берестье» в г.Брест. Но широкого внедрения в производство данный способ выращивания не нашел, опять же, из-за низкой технологичности и не решенных до конца проблем с корневыми гнилями.

Обобщив имеющийся опыт, мы со специалистами из компании «Агротип» решили усовершенствовать эту технологию, сделать ее удобной в применении, надежной, а самое главное, позволяющей в промышленных масштабах выращивать плодовые овощные культуры без использования субстрата.



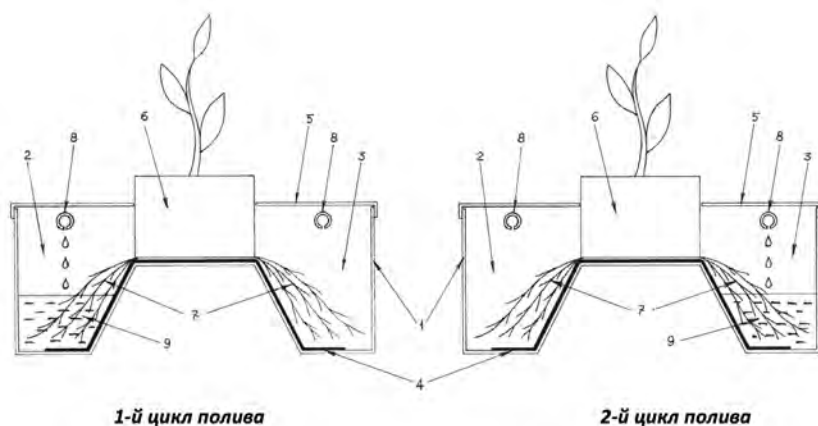


Рис. 1.

1 – вегетационный лоток, 2 – левый канал вегетационного лотка, 3 – правый канал вегетационного лотка, 4 – влагоудерживающий материал, 5 – крышка вегетационного лотка с отверстиями под емкости (минераловатные кубики) с растениями, 6 – емкость (минераловатный кубик) с растением, 7 – корневая система растения, 8 – капельная линия, 9 – питательный раствор

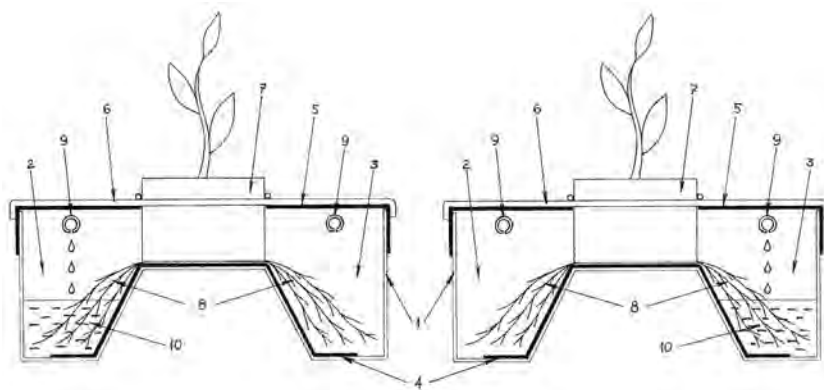


Рис. 2.

1 – вегетационный лоток, 2 – левый канал вегетационного лотка, 3 – правый канал вегетационного лотка, 4 – влагоудерживающий материал, 5 – светонепроницаемая пленка, 6 – фиксатор, 7 – емкость (минераловатный кубик) с растением, 8 – корневая система растения, 9 – капельная линия, 10 – питательный раствор

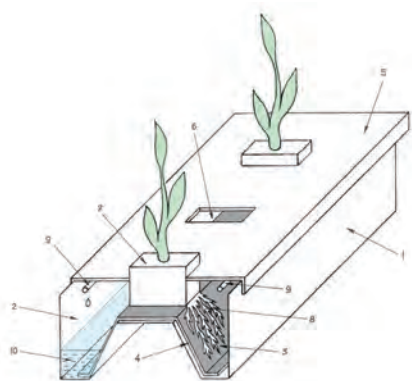


Рис. 3.

1 – вегетационный лоток, 2 – левый канал вегетационного лотка, 3 – правый канал вегетационного лотка, 4 – влагоудерживающий материал, 5 – крышка вегетационного лотка, 6 – отверстие в крышке вегетационного лотка, 7 – емкость (минераловатный кубик) с растением, 8 – корневая система растения, 9 – капельная линия, 10 – питательный раствор.

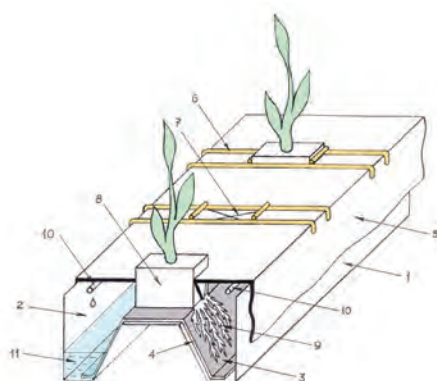


Рис. 4.

1 – вегетационный лоток, 2 – левый канал вегетационного лотка, 3 – правый канал вегетационного лотка, 4 – влагоудерживающий материал, 5 – светонепроницаемая пленка, 6 – фиксатор, 7 – разрезы в покровной пленке под установку емкости (минераловатного кубика) с растением, 8 – емкость (минераловатный кубик) с растением, 9 – корневая система растения, 10 – капельная линия, 11 – питательный.

## ОПИСАНИЕ СПОСОБА

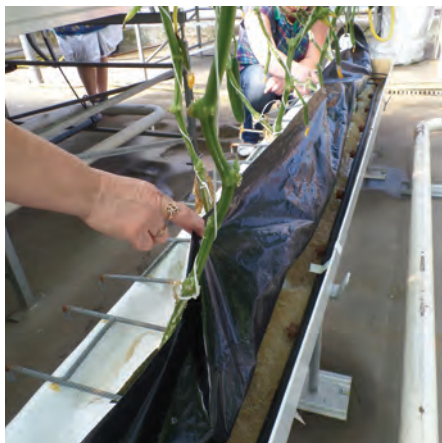
Предлагаемый нами способ гидропонного бессубстратного выращивания растений с подачей питательного раствора непосредственно к корневой системе растений с помощью капельных линий отличается тем, что емкости (минераловатные кубики) с растениями размещаются посередине двухканального вегетационного лотка таким образом, что при росте корневой системы растений одна ее половина занимает левый канал вегетационного лотка, а вторая половина – правый его канал. При этом питательный раствор подается в каналы вегетационного лотка поочередно: сначала в один канал (к одной половине корневой системы), а при следующем цикле полива – в другой канал (ко второй половине корневой системы), что позволяет обеспечивать оптимальный водно-воздушный режим для корневой системы растений (всегда 50:50).

Вместо жесткой крышки вегетационный лоток может накрываться светонепроницаемой пленкой, которая удерживается на краях лотка с помощью специальных фиксаторов. Емкости (минераловатные кубики) с растениями устанавливаются в вегетационный лоток через разрезы в покровной пленке, которые делаются в центральной рамке фиксатора, имеющей размер емкости (минераловатного кубика) с растением. Расстояние по вертикали от средней части вегетационного лотка, на которую устанавливается емкость (кубик) с растением, до верха фиксатора на 1,0-1,5 см меньше высоты емкости (кубика), что обеспечивает надежную фиксацию емкости (кубика) с растением в вегетационном лотке. Таким образом, фиксаторы выполняют двойную функцию: фиксируют как покровную пленку, так и емкости (кубики) с растениями. По длине вегетационного лотка фиксаторы могут размещаться с изменяемым шагом, обеспечивая изменение плотности посадки растений.

В изометрическом изображении оба варианта выглядят следующим образом:

## Данный способ бессубстратного гидропонного выращивания:

- обладает высокой технологичностью (вегетационный лоток устанавливается один раз, не нуждается в замене, ежегодном перемонтаже-переустановке, может устанавливаться как на поверхность грунта, так и на подставки или подвешиваться к конструкциям культивационного сооруже-



ния, легко моется и дезинфицируется);

- обеспечивает снижение капитальных затрат и экономию поливной воды и удобрений за счет **отсутствия необходимости** в дренаже и инженерных системах, связанных с циркуляцией питательного раствора (возвратные магистрали, накопительные

емкости, насосы, фильтры, дезинфекционные установки);

- обеспечивает снижение эксплуатационных затрат за счет отказа от использования субстрата;
- устраняет проблему корневых гнилей, типичную для всех известных способов бес-

субстратной гидропоники, что позволяет успешно выращивать растения с большим объемом корневой системы и длительным периодом вегетации.

Работоспособность данного способа выращивания подтверждена многолетними натурными испытаниями в теплицах (см. фото). Было показано, что плодовые овощные культуры (в том числе и огурец, корневая система которого особенно чувствительна к кислородному голоданию) прекрасно растут, развиваются и плодоносят в вегетационных лотках нашей конструкции.

В 2015 году на экспериментальной базе компании «Агротип» в опытах по выращиванию среднеспелых гибридов партенокарпического огурца были получены следующие результаты (см. табл.).

Как видно из приведенных данных, урожайность гибрида Тристан, который выращивали бессубстратным способом, оказалась выше средней урожайности всех гибридов, выращенных на субстрате. В «индивидуальном зачете» гибрид Тристан уступил только гибриду Мева, что позволяет констатировать работоспособность и перспективность предлагаемого нами способа бессубстратного гидропонного выращивания плодовых овощных растений.

*На данный способ и устройство для гидропонного бессубстратного выращивания подана заявка на патент, получена приоритетная справка.*

**Таблица Урожайность среднеспелых гибридов огурца на светокультуре (2015 год)**

№ п/п	Гибрид	Площадь грядки, м <sup>2</sup>	Январь	Февраль	Март	Апрель	Всего
			Малообъемная гидропоника				
1	<b>Кафкас</b>	6	18,203	30,941	46,912	26,640	178,252
	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		3,0	5,2			
	<b>Пакта</b>	6	24,013	31,543			
	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		4,0	5,3	3,9	2,2	<b>14,8</b>
2	Святогор	12	17,365	49,553	50,339	31,543	148,800
	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		1,4	4,1	4,2	2,6	12,4
3	<b>Мева</b>	12	37,272	71,354	66,650	27,384	202,660
	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		3,1	5,9	5,6	2,3	<b>16,9</b>
	Итого валовой сбор, кг	36					529,712
	<b>Средняя урожайность, кг/м<sup>2</sup></b>						<b>14,7</b>
<b>Бессубстратная гидропоника</b>							
4	Тристан	12	14,384	70,844	56,380	39,190	180,798
	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		1,2	5,9	4,7	3,3	15,07

Примечание

Все гибриды, включенные в опыт, относятся к группе среднеспелых гибридов. Все они выращивались способом малообъемной гидропоники с применением капельного полива на различных субстратах (минеральная вата и кокосовое волокно различных производителей), за исключением гибрида Тристан, который выращивался бессубстратным способом.

Площадь каждой грядки составляла 12 м<sup>2</sup>, на каждой грядке располагалось 32 растения. Контролем служила грядка с гибридами Кафкас и Пакта.