

УДК 635.63.044

ИЗУЧЕНИЕ РОСТА ОГУРЦА НА МАЛООБЪЕМНОЙ ГИДРОПОНИКЕ**П. А. АПОСТОЛ, А. В. БОРИСОВ, В. В. НОВИКОВ****(Кафедра овощеводства)**

Приводятся данные о росте и развитии огурца различных сортов, выращиваемых на малообъемной гидропонике. Установлено, что водная культура тепличного огурца позволяет получать высокую урожайность плодов, и кроме того, она дает возможность создать выравненные условия в опытах и полнее изучить корневую систему растения.

Объем корневой среды растений в теплицах значительно меньше чем в поле, что достигается применением при их выращивании различных конструкций и приспособлений [1, 3—5]. Такие способы выращивания тепличных культур устраняют ряд отрицательных последствий, связанных с многократным использованием больших количеств субстратов, и создают условия для регулирования питания и водоснабжения растений.

Представляется выгодным увеличивать в процессе селекции долю потребляемого урожая в общей структуре биомассы растения, это позволит уменьшить затраты труда по уходу и удалению вегетативной массы.

В связи с изложенным представляет большой интерес изучение структуры урожая при выращивании огурца в малом объеме корнеобитания с применением различных наполнителей в качестве корневой среды. Эти вопросы и стали предметом исследования в серии опытов на Овощной опытной станции им. В. И. Эдельштейна в процессе сортоизучения огурца селекции ТСХА и других учреждений.

Методика

Опыт 1 был проведен в 1986 г. с применением проточной водной культуры. Семена высевали в горшочки с перлитовым песком 5 апреля. Через месяц растения после отмывания корней от песка высаживали в трубы. Густота посадки—1,65 шт/м², повторность 4-кратная. В каждой повторности по 12 растений. Выращивали партенокарпические гибриды F₁ Московский тепличный, Фарбио и Кукарача. Окончание опыта 17 июля.

Опыт 2 проводился на следующий год. Сортоизучение огурца осуществлялось на различных субстратах корневой среды. Посев намоченных семян — 10 июня в кубики из минеральной ваты и торфа объемом 500 см³. На постоянное место в соответствующие субстраты растения высаживали 1 июля. Окончание опыта 16 сентября. Варианты опыта: 1 — торфоплита, 2 — вилан, 3 — гравилен, 4 — статичная водная культура. Размер минераловатных плит 50X100X6 см, торфоплит в сухом состоянии 25X25X5 см. Густота стояния растений в этом и в остальных опытах 3,3 шт/м². Повторность 3-кратная. Количество растений в вариантах с субстратами по 12 шт. в повторности, в водной культуре — по 4 шт. Выращивали гибриды F₁ ТСХА 575, ТСХА 28 и ТСХА 1417 (Эстафета) пчелоопыляемые.

Опыт 3 — 1988 г. Условия те же, что в опыте 2, но без варианта с водной культурой. Посев намоченных семян—12 декабря. Высадка рассады на постоянное ме-

сто выращивания — 12 января. Окончание опыта — 1 июля. Гибриды те же, что в опыте 2.

Опыт 4 — 1988 г. Сортоизучение огурца в проточной водной культуре. Посев намоченных семян в кубики из минеральной ваты (15 см³) 18 марта. Кубики размещались в лотках, где находились до конца вегетации, т. е. растения не пересаживали. Выращивали гибриды F₁ Стелла (НИИОХ) и ТСХА 2616 партенокарпические, а также ТСХА 575 пчелоопыляемый. Окончание опыта 6 июля.

Опыт 5 — 1988 г. Условия те же, что в опыте 2, только вместо варианта с торфоплитой включен вариант с минеральной ватой импортного производства гродан. Гибриды те же, что в опыте 4. Посев намоченных семян 11 июля. Выращивание растений в проточной водной культуре, как в опыте 4. Окончание опыта 17 октября.

Во всех случаях растения формировали по общепринятой для третьей световой зоны методике.

Система минерального питания включала питательные емкости и разводку из пластмассовых труб разного диаметра. В субстратной культуре каждому растению подавали питательный раствор или воду через капельницы с расходом 0,8—1 л/ч. Частота подачи определялась глазомерно по степени увлажнения субстрата (1—4 раза в сутки). Концентрацию питательного раствора в субстрате определяли после очередной подкормки или полива. При достиже-

нии уровня, превышающего 2,5 м, следующий полив осуществляли водой. Применяли питательный раствор Киевской овощной фабрики [2].

В водной культуре питательная емкость обеспечивала 4 л на растение. В статичной водной культуре питательный раствор заменяли ежедневно. В опыте 1 (1986 г.) за период вегетации раствор не меняли, а только корректировали на содержание основных элементов питания 1 раз в 3 дня. В остальных опытах с водной культурой питательный раствор не корректировали, а меняли полностью 1 раз в 3 дня.

В статичной водной культуре (опыт 2) каждое растение выращивали в отдельной пластмассовой емкости, а в проточной —

в пластмассовых трубах диаметром 15 к длиной 600 см (опыт 1) и в металлических лотках, покрытых полиэтиленовой пленкой (опыты 4 и 5). Ширина лотка 10 см, длина на 1 растение 100 см. Трубы или лотки устанавливали с уклоном 1 : 50. В опыте 1 питательный раствор подавался в одном конце, а в лотках — к каждому растению. Раствор, подаваемый к каждому растению, отводился из лотка в общий сборник, откуда его возвращали при помощи насоса в питательную емкость для рециркуляции. В статичной водной культуре проводили постоянную аэрацию питательного раствора воздухом при помощи аквариумного компрессора.

Результаты

В опыте 1 с партенокарпическими гибридами не выявлено преимущества ни одной из изучаемых форм (табл. 1). В других опытах, где изучались перспективные гибриды селекции ТСХА, урожайность гибрида F₁ ТСХА 28 была существенно ниже, чем у остальных гибридов. Обращает на себя внимание тот факт, что пчелоопыляемый гибрид F₁ ТСХА 575 не уступал по урожайности партенокарпическим. Отсюда следует, что его возделывание может улучшить экономические показатели тепличного хозяйства благодаря более высокой цене реализации товарной продукции. Судя по урожайности в каждом из двух оборотов (табл. 2) и по ее сумме в опыте с двухоборотной культурой, предпочтительнее выглядит применение в качестве субстрата гродана. Незначительно отстает от него вариант с виланом. Вариант с гравиленом существенно уступает первым двум.

В табл. 2 приведена урожайность огурца, полученная в условиях водной культуры. Следует отметить, однако, что ее в данном случае нельзя сопоставлять с урожайностью на субстратах, так как из-за гибели растений при их пересадке на постоянное место в первом обороте период выращивания продолжался всего 111 дней (от 18 марта до 6 июля), а при субстратной культуре — 201 день (с 12 декабря по 1 июля).

Оказалось, что рассада, выращенная в торфокубиках и высаженная в лотки при постоянной циркуляции питательного раствора, в большей части погибает. То же наблюдалось и при использовании рассады, выращенной в перлитовом песке, после отмывания корней от песка в момент посадки в январе. Вместе с тем этот же прием, примененный в мае в опыте 1, где использовались трубы, дал положительный результат. Видимо, при большой массе корней (около 10 г на растение) момент пересадки является критическим. В трубах окружающий корневую среду воздух был хорошо изолирован от внешнего с помощью полиэтиленовой пленки на их концах, а также мягкой губки из пластической массы в отверстиях около стебля. Это обеспечило высокую влажность атмосферы (~98%), что способствовало выживанию корней. В лотках же корни сверху притенялись пластинкой из пенопласта и влажность окружающего воздуха в них и в теплице была одинаковой (~70%), это приводило к подсыхания большей части корней. Капельницы не омывали их полностью питательным раствором, что приводило к резкому нарушению баланса между потребностью вегетативной массы растения в питании и возможностью корней. При устранении описанного технического недостатка мы, видимо, можем рассчитывать на успешное ведение культуры в водной среде при использовании рассады, а следовательно, и на существенное увеличение урожая. В таком случае водная культура может не только оказаться конкурентоспособной по отношению к другим способам выращивания, но и превосходиться им, поскольку она решает много вопросов, связанных со сменой субстратов-

По данным ряда исследователей, водная культура не имеет себе равных [7, 11]. Она позволяет создавать идеально выравненный фон для

Биомасса растений (кг/м²) и ее структура в конце вегетации. Опыт 1

Гибриды F ₁	Сырая масса			Сухая масса			Доля корней в общей массе. %	
	плоды	надземная вегетативная	корни	плоды	надземная вегетативная	корни	сырой	сухой
Московский тепличный	13,8	2,05	0,73	0,68	0,31	0,07	3,2	6,6'
Фарбио	20,1	2,74	0,89	0,70	0,33	0,08	4,2	7,2
Кукарача	17,3	2,36	0,60	0,75	0,33	0,07	3,0	6,1

корневой среды. В таких условиях изучать сорта удобно и методически верно. Подтверждением этому является приведенная нами математическая обработка урожайных данных (табл. 3, 4, 5, 6), которая проводилась по двухфакторной схеме субстрат — гибрид (4×3). В результате выяснилось, что на урожайность огурца существенно влияет и гибрид, и субстрат, а взаимодействия данных факторов не наблюдается. Это свидетельствует о константности признаков, присущих гибриду.

При водной культуре важным фактором является также аэрация корней, которые образуют в воде плотную переплетенную массу, что не может не повлиять отрицательно на их обеспечение кислородом. Повышенная плотность корней обусловлена небольшими размерами конструкции. Видимо, в указанных условиях часть корней в течение вегетации погибает, причем в одних случаях гибель боковых корней сопровождается отращиванием новых. В одном из наших опытов последнему способствовала мягкая (пасмурная) погода, благодаря чему растения не погибали. В других случаях отмечалась преждевременная гибель растений (опыты 4 и 5). Очевидно, если бы удалось сохранить все растения до конца вегетации и при этом получить урожай, равный среднему у выживших растений, то продуктивность тепличного участка к концу вегетации была бы намного выше (рис. 1) и тогда бы, несмотря на меньший период вегетации, водная культура не уступала лучшему субстрату. Следовательно, выяснение условий, приводящих к преждевременной гибели растений в водной культуре, является актуальной задачей [8, 9, 12].

В описываемых опытах 2 и 3 растения обрабатывали ядохимикатами. В опыте 2 из-за сильного развития белокрылки проводилось опрыскивание 7 августа раствором, содержащим (в %): поликарбацин — 0,4, актелик — 0,1 и цимбуш — 0,1; 15 августа — раствором сумицидина — 0,1 и актелика — 0,1; 7 сентября — раствором сумицидина — 0,1, актелика — 0,1, каоатана — 0,2 и цинеба — 0,4.

Т а б л и ц а 2

Урожайность огурца (кг/м²) в первом (в числителе) и втором (в знаменателе) оборотах в двухоборотной культуре в зависимости от сорта и субстрата

Гибрид	Субстрат			Протоочная водная культура
	гродан	вилан	гравилен	
ТСХА 575	33,5	29,4	25,8	24,9
ТСХА 575	8,7	9,8	8,1	8,2
ТСХА 2616	27,7	31,0	26,1	26,7
ТСХА 2616	8,9	8,2	8,0	7,8

В опыте 5 растения уже через 20 дней после посева были поражены мучнистой росой. Первую обработку провели 1 августа раствором, содержащим 0,1 % байлетона, а вторую — 23 августа раствором, содержащим 0,2 % каратана.

Двукратная обработка ядохимикатами привела к подавлению роста огурца и недобору урожая. Особенно пострадали от обработки растения в водной культуре. Внешне это выразилось в сильном пожелтении всех листьев на 2-й и 3-й день после обработки. На минераловатных

субстратах такого явления не отмечено. На наш взгляд, поражение растений в водной культуре можно объяснить тем, что в циркулирующий питательный раствор попало значительное количество ядохимикатов. Лотки были размещены так, что с 70 % площади лишней раствор после опрыскивания попадал в сборный лоток. К сказанному можно было бы добавить, что отсутствовала буферная емкость, которая могла бы смягчить первоначальную высокотоксичную дозу ядохимикатов. На минераловатных субстратах попадание ядохимикатов в корневую среду было ограничено, поскольку субстраты закрывались сплошной полиэтиленовой пленкой с небольшими вырезами для рассады. Вредное влияние ядохимикатов на рост растений, в том числе и корней, очень хорошо прослеживается на рис. 2.

При изучении структуры биомассы для нас особый интерес представляла доля корней. Данные табл. 1 говорят о том, что этот показатель в значительной мере зависит от того, сырая или сухая масса растений учитывается. Поскольку содержание влаги в различных органах растений колеблется в больших пределах, то указанные различия закономерны. Следовательно, литературные данные о соотношении корней и надземной массы растений огурца как 1:100 [10] следует воспринимать весьма критически.

Представляют интерес результаты определения этого соотношения в различных опытах (табл. 7).

Доля корней в общей биомассе растений зависит от количества собранных плодов. Эта закономерность наблюдается при сопоставлении данных таблиц 1, 3, 5, 6, где приведена урожайность огурца, и табл. 7. В свою очередь, урожайность при прочих равных условиях зависит от продолжительности периода вегетации. Для каждого гибрида, видимо, существует определенная длина периода вегетации, когда он полностью может проявить свой потенциал. Для исследователя важно знать продолжительность этого периода, чтобы учитывать данный показатель при непрерывной конвейерной культуре в искусственных условиях.

Нами был проведен анализ структуры сырой вегетативной массы разных гибридов в динамике (рис. 3). Точки на рисунке позволяют оценивать растения в момент удаления пробы. Старые пожелтевшие или отмершие листья удалялись до снятия пробы, поэтому они не учитывались.

Для всех гибридов характерны двухвершинная кривая массы корней и постепенное уменьшение доли последних в общей массе к концу вегетации. Уменьшение доли корней после рассадного периода связано с быстрым ростом надземных органов. Это общеизвестная истина. Для ма-

Таблица 3

Урожайность гибридов огурца F₁ (кг/м²) и структура биомассы (сырая масса, г/растение) в конце вегетации. Опыт 2

Показатель	Субстрат			Водная культура
	торфо-плиты	вилан	гравилен	
ТСХА 28				
Урожай 4,7 5,8			4,8	5,5
Структура биомассы:				
ЛИСТЬЯ	262	496	268	338
черешки	195	191	195	262
стебель	179	214	214	213
боковые побеги	212	174	173	194
корни	—	—	—	398
ТСХА 575				
Урожай 6,0 7,9			6,3	6,3
Структура биомассы:				
листья	444	485	459	497
черешки	190	194	188	273
стебель	209	208	208	222
боковые побеги	188	183	176	170
корни	—	—	—	361
ТСХА 147 (Эстафета)				
Урожай	6,4	7,3	5,7	6,5
Структура биомассы:				
листья	465	460	260	432
черешки	193	460	260	432
стебель	214	238	203	235
боковые побеги	181	184	173	197
корни	—	—	—	374
НСР ₀₅ 0,9 кг плодов с 1 м ² .				

Таблица 4

Урожайность гибридов огурца F₁ (кг/м²)
и структура биомассы
(сырая масса, г/растение)
в конце вегетации.

Опыт 3

Показатель	Субстрат			
	торфо- плиты	гродан	вилан	гравилен
ТСХА 28				
Урожай	23,1	25,6	22,8	19,4
Структура биомассы:				
листья	188	230	229	190
черешки	197	220	216	201
стебель	240	247	250	247
боковые листья	240	269	230	202
» черешки	221	241	211	178
» побеги	249	262	233	212
ТСХА 575				
Урожай	29,5	33,5	29,4	25,8
Структура биомассы:				
листья	227	250	240	216
черешки	230	231	256	224
стебель	256	257	271	255
боковые листья	301	401	327	259
» черешки	282	379	281	251
» побеги	315	398	289	266
ТСХА 1417 (Эстафета)				
Урожай	30,6	27,7	31,0	26,1
Структура биомассы:				
листья	239	228	256	231
черешки	241	232	271	255
стебель	253	260	258	262
боковые листья	320	322	350	300
» черешки	280	301	297	281
» побеги	312	340	307	279

НСР₀₅ 3,7 кг плодов с 1 м².

Таблица 5

Урожайность гибридов огурца F₁ (кг/м²)
и структура биомассы (сырая масса,
г/растение) в конце вегетации.

Опыт 4

Показатель	Субстрат		
	Стелла	ТСХА 2616	ТСХА 575
Урожай:			
общий	20,2	26,7	24,9
за 1-й месяц	13,1	14,3	12,3
Структура биомассы:			
листья	134	69	245
черешки	137	84	271
стебель	263	255	330
боковые листья	126	356	366
» черешки	117	411	272
» побеги	116	412	271
корень	134	230	297

НСР₀₅ 3,1 плодов с 1 м².

Таблица 6

Урожайность гибридов огурца F₁ (кг/м²)
и структура биомассы (сырая биомасса,
г/растение) в конце вегетации.

Опыт 5

Показатель	Субстрат			Водная культура
	гродан	вилан	гравилен	
ТСХА 575				
Урожай	9,7	9,8	8,1	8,2
Структура биомассы:				
листья	225	205	205	179
черешки	175	183	153	161
стебель	295	260	260	210
боковые листья	163	83	83	125
» черешки	65	58	58	111
» побеги	130	98	98	126
корни	—	—	—	97
ТСХА 2616				
Урожай	8,5	8,2	8,0	7,8
Структура биомассы:				
листья	155	153	158	98
черешки	93	175	73	100
стебель	235	198	208	150
боковые листья	85	103	55	98
» черешки	50	53	23	80
» побеги	120	143	58	99
корни	—	—	—	82
Стелла (НИИОХ)				
Урожай	—	6,7	—	9,7
Структура биомассы:				
листья	—	176	—	112
черешки	—	188	—	100
стебель	—	190	—	169
боковые листья	—	56	—	111
» черешки	—	33	—	121
» побеги	—	54	—	123
корни	—	—	—	72

НСР₀₅ 1,1 КГ плодов с 1 м².

лообъемной гидропоники наиболее важным является появление второго максимума. Серьезные сдвиги в структуре биомассы огурца за период вегетации связаны в первую очередь с технологией. Когда главный стебель заканчивает свой рост после удаления верхушки растения, а плоды собраны, потребность в воде и элементах минерального питания уменьшается, поэтому корень имеет возможность восстановиться. Кроме того, следует учитывать, что не вся учтенная масса корней участвует в поглощении воды и элементов минерального питания.

Для более точного определения соотношения между активно

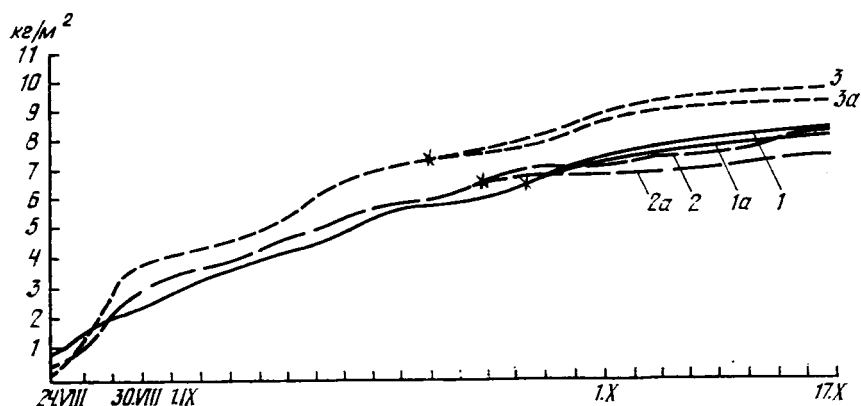
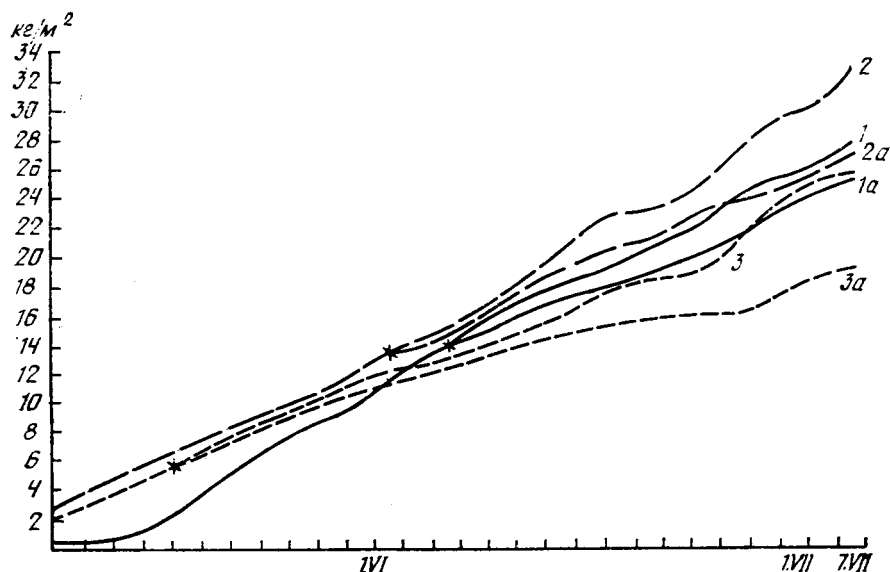


Рис. 1. Динамика поступления урожая в опытах 4 (вверху) и 5.
 1 и 1а — возможная, если бы не было выпадения растений, и полученная урожайность F₁ ТСХА 575; 2 и 2а — соответственно F₁ ТСХА 2116; 3 и 3а — F₁ Стелла (НИОХ).

и пассивно действующими участками корневой системы необходимо разделить корни на поглощающие и проводящие. Это сложная задача. Определения, проведенные нами по существующим методикам, дали противоречивые результаты, поэтому мы их не приводим. Однако следует сказать, что визуально в водной культуре можно определить возобновление роста корней после сбора урожая с главного стебля. В этот постпериод появляется много белых молодых быстрорастущих корней, которые конкурируют со старыми, в частности, за кислород. Технологически, по-видимому, осуществимы многие варианты смягчения этой конкуренции.

После сбора плодов с главного стебля интенсивно отрастают боковые побеги, однако при этом доля действующего листового аппарата все время уменьшается, а доля черешков — увеличивается, что свидетельствует о повышении ксероморфности растений. У них уменьшается габитус. Этому способствует увеличивающаяся интенсивность освещенности, повышение температуры окружающей среды и старение организма. В связи с указанным особое внимание следует уделять густоте посадки растений. Рекомендации для сорта, полученные в грунтовой культуре

Содержание корней в общей сырой биомассе при выращивании огурца в водной культуре

Гибрид F ₁	Доля корней в общей биомассе, %	Гибрид F ₁	Доля корней в общей биомассе, %
Проточная, 1986 г., лето — осень, вегетационный период 100 дн.		Проточная, 1988 г., лето — осень, вегетационный период 98 дн.	
Московский тепличный	3,2	ТСХ А 575	2,9
Фарбио	4,2	ТСХ А 2616	2,7
ТСХА 761 (Кукарача)	3,0	Стелла	1,9
Статичная, 1987 г., лето — осень, вегетационный период 95 дн.		Проточная, 1988 г., вегетационный период 111 дн.	
ТСХ А 28	13,0	ТСХ А 575	1,6
ТСХ А 575	10,5	ТСХА 2616	1,9
ТСХ А 1417 (Эстафета)	10,9	Стелла	2,9

при сплошном его размещении (глубина 0,20 м и более), не подходят для малообъемной культуры.

Выводы

1. Тепличные гибриды при различных способах выращивания в малообъемной гидропонике сохраняют свойственные каждому из них характерные признаки. Об этом свидетельствует отсутствие эффекта взаимодействия факторов гибрид — способ выращивания.

2. Среди изученных субстратов, используемых в качестве наполнителя корневой среды, наилучшими были гродан и вилан.

3. Водная культура тепличного огурца дает возможность получать высокие урожаи плодов. Эта культура позволяет создавать выравненные условия в опытах с огурцом и полнее изучить корневую систему.

4. Применение ядохимикатов системного действия в водной культу-

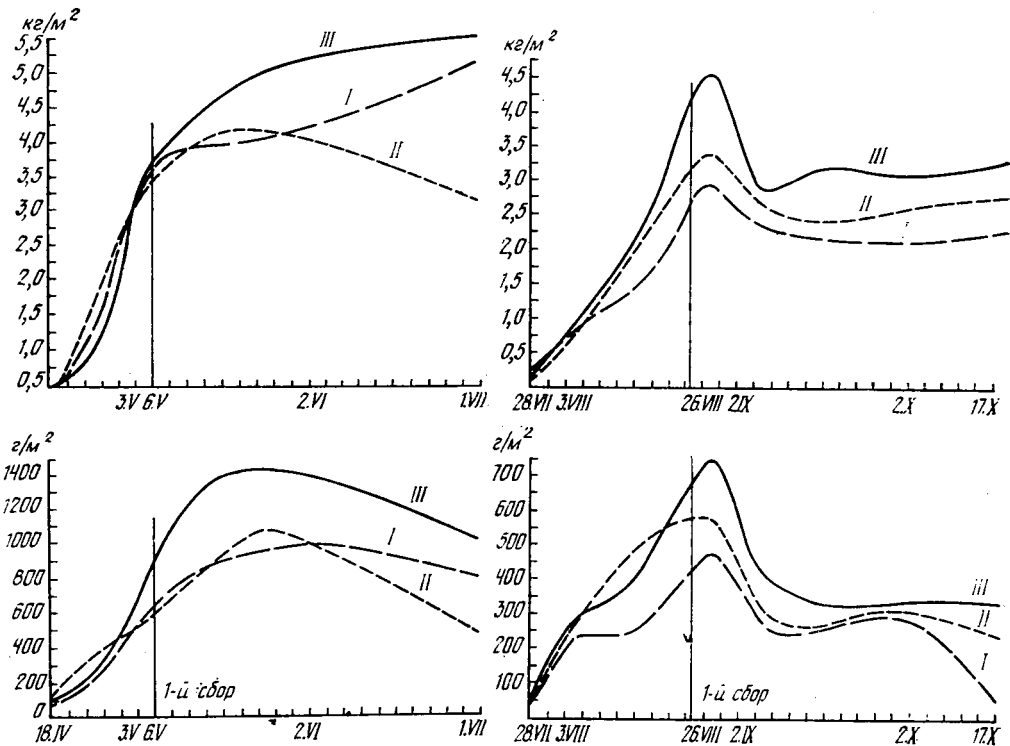
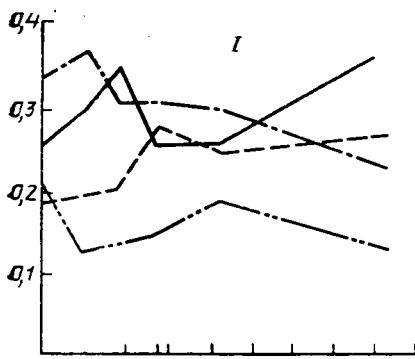


Рис. 2. Динамика нарастания общей вегетативной массы (вверху) и массы корней (сырая масса) в период вегетации в опыте 4 (слева) и 5.

I — ТСХА 2616; II — Стелла; III — ТСХА 575.



— с
— л
- - ч
- · - к

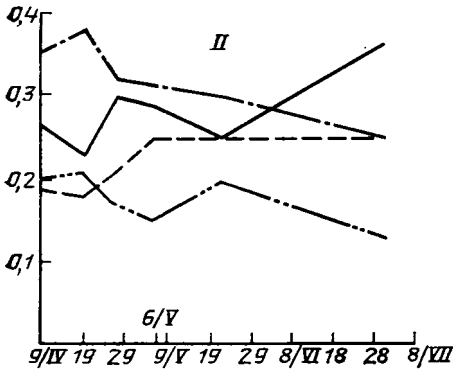
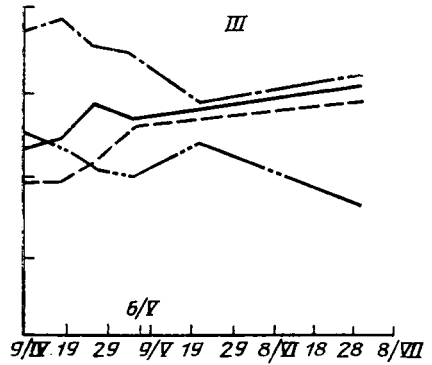


Рис. 3 Структура вегетативной массы гибридов огурца в период вегетации (в долях единицы).

с — стебель; л — листья; ч — черешки; к — корень. Остальные обозначения те же, что и на рис. 2.

ре приводит к резкому ухудшению роста растений и уменьшению урожайности.

5. Соотношение корень — биомасса растений в водной культуре более высокое у пчелоопыляемых гибридов селекции ТСХА (в коротком обороте), чем у партенокарпических, что указывает на высокий потенциал роста у первых.

6. В результате сортоизучения установлено, что пчелоопыляемый гибрид F_1 ТСХА 575 и партенокарпический гибрид F_1 ТСХА 2616 являются перспективными для условий производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин А. А. Малообъемная агрегатопоника в тепличном овощеводстве гибридов огурца и томатов в Нижнем Поволжье. — Автореф. канд. дис. Л., 1988. — 2. Алиев Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. — Киев: Урожай, 1985. — 3. Давтян Г. С. Факторы высокой продуктивности растений в управляемых условиях. Сообщение ин-та агрохимических проблем и гидропоники. — Проблемы общей агрохимии, 1974, № 11, с. 3—13. — 4. Кузлякина В. Н., Светницкая Д. В. Тенденция развития гидропоники в СССР и за рубежом. — В сб.: Докл. с.-х, науки и практики, 1980, с. 26—32. — 5. Кулгоини А. Н., Литвинов Б. В. Выращивание огурца и томата на малообъемном торфяном субстрате при использовании медлендействующих источников питательных элементов. — Изв. ТСХА, вып. 3, 1984,

с. 125—133. — 6. Симитчиев Х. Нови технологии в оранжерейното зеленчукопроизводство на хидропонна основа. — Пловдив, 1983. — 7. Bierhaizen J. F. Root Growth and its environment. Wageningen. Department of Horticulture of Agricultural University. — 8. Соопер А. J. Nutrient — film technique. A. R. Glosshause Crops. Res. Inst. — Littlehampton, 1975, p. 81—82. — 9. Fletcher J. — Grower, 1987, vol. 107, N 2. Horticultural now, p. 9—10. — 10. Geissler T. H. Gemüseproduktion unter Glas und Platten. veb. Deutscher Landwirtschaftsverlag. — Berlin, 1979. — 11. Van der Post. — Acta Horticultural, 1968, N 7, p. 138—144. — 12. Rudd-Jones D., Winsor G. W. — Acta Horticultural, 1978, N 87, p. 185—195.

Статья поступила 10 марта 1989 г.

SUMMARY

The data on growth and development of different cucumber varieties grown on low-capacity hydroponics are discussed. It is established that water culture of frame cucumber allows to obtain high yields of fruit. The most promising and competitive of the varieties studied are bee-pollinated F_1 hybrid TAA (Timiryazev Agricultural Academy) 575 and parthenocarpic hybrid F_1 TAA 2616.