

УДК 635.63'64:631.547:631.81.033

НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ И СОДЕРЖАНИЕ N, P, K И Mg У ОГУРЦА И ТОМАТА В ТЕПЛИЧНОЙ ГИДРОПОНИКЕ

П. А. АПОСТОЛ, В. В. НОВИКОВ

(Кафедра овощеводства)

В целях получения данных для сортового моделирования продукционного процесса на 4 гибридах огурца и 2 гибридах томата, которые выращивали в проточной водной культуре в зимне-весенней теплице, определяли динамику накопления воздушно-сухой биомассы, прирост биомассы в зависимости от времени выращивания и прихода солнечной радиации, удельный темп накопления биомассы, а также содержание в биомассе основных элементов минерального питания.

Урожайность овощных культур в теплицах предопределяется следующими основными факторами: генотипом (F), количеством поступившей к растениям фотосинтетически активной радиации (Φ), обеспеченностью корней водой (H_2O), элементами минерального питания (U) и кислородом (O_2), содержанием в воздухе диоксида углерода (CO_2) и паров воды (P), температурой окружающей среды (T) и, наконец, продолжительностью выращивания (t). Формально зависимость накопления биомассы растений (W_p) от перечисленных факторов запишется уравнением

$$W_p = f_1(F, \Phi, H_2O, U, O_2, CO_2, P, T, t). \quad (1)$$

Если попытаться изучить взаимодействие перечисленных факторов, хотя бы в трех градациях, то в опыт необходимо будет включить $3^9=1963$ варианта, что, очевидно, неосуществимо. Вместе с тем методически верны и практически осуществимы опыты, в которых зависимость резульативного признака,

например урожайность, рассматривается по отношению к одному-двум наиболее существенным (лимитирующим) факторам. Остальные факторы поддерживаются во время вегетации в известных пределах.

Из переменных формулы (1) в теплицах достаточно хорошо регулируются H_2O , U , O_2 , CO_2 , P , T . И не поддается воздействию естественная освещенность (Φ). Таким образом, формула (1) принимает вид

$$W_p = f_2(F, \Phi, t), \quad (2)$$

а для конкретного гибрида или сорта

$$W_p = f_3(\Phi, t). \quad (3)$$

Общая биомасса растений может быть представлена как функция от биомассы листьев (W_l), черешков (W_q), стеблей (W_c), корней (W_k) и плодов (W_n), т. е.

$$W_p = f_4(W_l, W_q, W_c, W_k, W_n, \Phi, t). \quad (4)$$

Основная задача заключается в том, чтобы определить прирост органов растений в динамике и вы-

разить его в виде $g(W, \Phi)$. После этого возможен переход к уравнению состояния

$$W_{p(\Phi+\Delta\Phi)} = W_{p(\Phi)} + g_1(W, \Phi) \Delta\Phi. \quad (5)$$

Параллельно определяют содержание основных элементов минерального питания в органах растений ($X_n, X_\phi, H_\phi, X_k, X_p$) и рассчитывают вынос минеральных элементов растениями

$$U_p = \Sigma W_i X_i, \quad (6)$$

где i — множество листьев (л), черешков (ч), стеблей (с), корней (к) и плодов (п).

Из (5) и (6) получим

$$U_{p(\Phi+\Delta\Phi)} = U_{p(\Phi)} + g_2(W, X, \Phi) \Delta\Phi. \quad (7)$$

Функция $g_2(W, X, \Phi) \Delta\Phi$ — есть доза минерального элемента, которая должна быть внесена в корневую среду в качестве корректирующей. При отсутствии информации о приходе солнечной радиации аргументом в уравнениях (5) и (7) является время. В этом случае расчет корректирующей дозы удобрений будет грубее, поскольку в некоторых регионах условия освещенности очень изменчивы и возможны большие отклонения.

В статье приводятся данные о накоплении биомассы и содержании в ней основных элементов минерального питания для гибридов огурца и томата, которые необходимы при составлении программ внесения удобрений в корневую среду [2].

Методика

В опыте выращивали номерные гибриды огурца селекции ТСХА 1417, 575 и 2616 и районированный — Стелла, а также гибриды F₁ томата Верлиока и Counter.

Растения выращивали в проточной водной культуре. Корневая

система развивалась в лотках, по которым протекал питательный раствор с расходом 2—4 л/ч на одно растение. Ширина лотка 10 см, уклон 1:50. В грядке растения размещали в шахматном порядке на расстоянии 1 м. Густота посадки 3,3 растения на 1 м². Томаты выращивали рассадным способом с дополнительным облучением. Посев семян 20 декабря, посадка рассады 18 февраля, окончание опыта 15 июля. Перед высадкой рассады корневую систему томата отмывали от перлитового песка. Семена огурца высевали 18 февраля в кубики из минеральной ваты (15 см³), которые помещали с начала вегетации на постоянное место в лотках. Дополнительное облучение растений не проводили.

Томаты формировали в один стебель с прищипкой точки роста 20 мая. У огурца из 6 нижних листьев удаляли пазушные боковые побеги. В дальнейшем боковые побеги на 2 листа прищипывали. Верхушку растений прищипывали над 4-м листом выше шпалерной проволоки. Стареющие нижние листья как у огурца, так и у томатов не удаляли. Они высыхали прямо на вегетирующем растении.

Состав питательного раствора в основном соответствовал рекомендуемому Киевской овощной фабрикой. Его дифференцировали по фазам роста. Так, в состав раствора для рассады входили (мг/л):

	N(NH ₄ ⁺)	N(NO ₃)	P	K	Ca	Mg
Рассада	30	90	70	180	140	25
Усиленный рост — цветение	30	130	70	280	160	45
Плодоношение	40	160	65	300	160	45

Объем питательного раствора 30 л/м². Его анализировали один раз в 10 дней и корректировали до нормы. За месяц до окончания

вегетации корректировку питательного раствора прекращали. Воду в питательную емкость добавляли ежедневно до исходной отметки.

Для изучения динамики накопления биомассы и относительного содержания в ней минеральных элементов брали по 4 растения каждого гибрида. Учет проводили по органам растений. Основное внимание уделяли периоду роста до перехода кривой на линейный участок. Поэтому частота взятия проб за период вегетации была неравномерной. По данным о накоплении биомассы рассчитывали удельные темпы накопления и прироста биомассы на единицу прихода солнечной радиации. Урожайность огурцов учитывали в конце вегетации в 5-кратной повторности (по 3 растения в каждой), томатов — в 6-кратной (по 4 растения).

Приход солнечной радиации (E) измеряли при помощи пиранометра.

Результаты

Как видно из табл. 1, все выращиваемые в опыте гибриды отличаются достаточно высокой хозяйственной продуктивностью. Поэтому все полученные нами данные о динамике ростовых процессов и выносу элементов минерального питания могут быть применены на практике.

Наряду с общим накоплением биомассы особый интерес представляет динамика биомассы корней и листьев (табл. 2, 3), поскольку корни являются первым звеном, регулирующим поглощение минеральных элементов, а лист — это основная лаборатория синтеза органического вещества.

Ранее было показано [1], что выращиваемые в теплицах гибриды огурца различаются по структуре биомассы в конце вегетации. Однако, как правило, большему урожаю плодов соответствует большая вегетативная масса, в особенности листьев. Для гибридов огурца характерно различие по способности к образованию боковых побегов. Например, гибрид Стелла образует большую биомассу на главном стебле и меньшую на боковых побегах. В результате у него достаточно высокая интенсивность поступления плодов в начальный период, а в ряде случаев более высокая, чем у других гибридов. Однако при длительном периоде вегетации гибрид Стелла уступает другим по темпам роста. В связи с указанным целесообразно дифференцировать внесение удобрений. Для облегчения составления и расчетов соответствующих программ и применения их на практике следует сгруппировать гибриды по таким крите-

Таблица 1

Урожайность плодов (кг/м²)

Гибрид F ₁	Повторения						Среднее
	1	2	3	4	5	6	
<i>Огурец</i>							
1417	23,4	24,5	31,7	25,7	33,2	—	27,7
575	26,8	28,8	27,7	22,2	26,7	—	26,7
2616	28,0	29,9	31,7	27,2	31,8	—	29,9
Стелла	26,0	25,2	21,4	22,2	19,8	—	23,1
НСР ₀₅	—	—	—	—	—	—	4,2
<i>Томат</i>							
Верлюка	25,3	22,5	18,4	16,7	15,7	16,8	19,2
Counter	18,6	24,1	19,3	18,3	18,4	16,7	19,2

риям, как темп роста и вынос минеральных элементов.

На основании анализа накопления (табл. 2 и 3) и удельного темпа накопления биомассы огурцами (табл. 4 и 5) к одной группе можно отнести гибриды 1417 и 575, к другой — 2616, к третьей — Стеллу. Гибриды томата, выращиваемые

Таблица 2

Накопление воздушно-сухой биомассы (W, г/м²) огурцами за время вегетации

Дата	W _p	W _{вегет}	W _л	W _к	W _п
------	----------------	--------------------	----------------	----------------	----------------

F₁ 1417

21/III	4,5	4,5	3,0	0,4	—
28/III	10,2	10,2	6,0	1,0	—
5/IV	66,0	63,2	36,0	6,0	2,8
12/IV	150,0	119,0	67,0	11,0	30,6
25/IV	375,0	183,0	100,0	19,0	192,0
16/V	801,0	440,0	220,0	50,0	361,0
1/VI	1345,0	643,0	316,0	72,0	702,0
15/VI	1470,0	557,0	282,0	58,0	913,0
1/VII	1538,0	557,0	268,0	51,0	965,0

F₁ 575

21/III	4,6	4,6	3,2	0,9	—
28/III	9,7	9,7	5,9	1,0	—
5/IV	59,1	57,1	32,0	5,7	2,0
12/IV	136,0	116,0	67,0	9,3	20,2
25/IV	340,0	164,0	91,0	16,0	176,0
16/V	701,0	303,0	167,0	32,0	398,0
1/VI	1107,0	458,0	235,0	52,0	649,0
15/VI	1208,0	376,0	190,0	51,0	832,0
1/VII	1442,0	439,0	232,0	47,0	1003,0

F₁ 2616

21/III	3,2	3,2	2,0	0,3	—
28/III	8,0	8,0	5,0	0,6	—
5/IV	47,2	42,2	25,0	6,8	5,0
12/IV	165,0	115,0	66,0	7,2	50,4
25/IV	391,0	175,0	96,0	10,0	216,0
16/V	703,0	220,0	110,0	21,0	483,0
1/VI	1077,0	385,0	202,0	34,0	692,0
15/VI	1290,0	388,0	217,0	38,0	902,0
1/VII	1509,0	462,0	247,0	38,0	1047,0

Стелла

21/III	4,3	4,3	3,0	0,3	—
28/III	8,5	8,5	5,0	0,7	—
5/IV	54,4	50,4	28,0	4,2	4,0
12/IV	125,0	80,8	49,0	5,5	44,2
25/IV	359,0	152,0	87,0	12,0	207,0
16/V	629,0	207,0	113,0	18,0	422,0
1/VI	960,0	345,0	168,0	39,0	615,0
15/VI	1055,0	352,0	193,0	39,0	703,0
1/VII	1179,0	357,0	193,0	27,0	822,0

Таблица 3

Накопление воздушно-сухой биомассы (W, г/м²) томатами за время вегетации

Дата	W _p	W _{вегет}	W _л	W _к	W _п
------	----------------	--------------------	----------------	----------------	----------------

Верлиока

18/II	15,5	15,5	9,5	2,5	—
10/III	70,6	70,6	37,8	15,7	—
21/III	130,8	118,9	62,6	29,5	12,6
3/IV	127,4	167,4	95,3	32,2	39,4
1/VII	1819,0	821,0	259,0	66,0	998,0
15/VII	1827,0	821,0	259,0	66,0	1006,9

Counter

18/II	9,4	9,4	4,9	1,9	—
10/III	43,5	43,5	24,0	8,7	—
21/III	94,5	92,0	50,6	21,8	2,5
3/IV	190,8	175,7	92,4	41,3	19,1
1/VII	2043,0	1048,0	420,0	116,0	99,5
15/VII	2149,0	1068,0	431,0	112,0	1081,0

в опыте, по темпу накопления биомассы также относятся к различным группам. Так, у гибрида Верлиока он выше в начале вегетации (до 10,03), и гибрид Counter остается в роли догоняющего, но с 21 марта последний явно превосходит гибрид Верлиока по этому показателю.

Таблица 4

Удельный темп накопления общей воздушно-сухой биомассы гибридами огурца (сут⁻¹)

Дата	1417	575	2616	Стелла
------	------	-----	------	--------

11/III	0,132	0,123	0,112	0,121
25/III	0,117	0,107	0,131	0,097
1/IV	0,233	0,226	0,222	0,232
9/IV	0,117	0,119	0,179	0,119
18/IV	0,071	0,071	0,066	0,081
5/V	0,036	0,035	0,028	0,027
23/V	0,032	0,029	0,027	0,026
7/VI	0,006	0,006	0,013	0,007
22/VI	0,003	0,001	0,010	0,007

Примечание. Удельный темп накопления рассчитан на период между предыдущей и текущей датами учета (табл. 2).

Удельный темп накопления общей воздушно-сухой биомассы гибридами томата (сут⁻¹)

Гибрид	23/I	1/III	15/III	27/IV	15/V	6/VII
Верлиока	0,054	0,076	0,056	0,031	0,021	0,000
Counter	0,044	0,078	0,070	0,054	0,027	0,001

Из табл. 6 следует, что в период между 9 апреля и 5 мая интенсивность освещения уменьшалась. В это время растения находились в стадии интенсивного плодоношения (табл. 2). Снижение или увеличение прихода солнечной радиации влияют на прирост биомассы, это и определило колебательный характер последнего (табл. 7 и 8). Что касается изменения прироста биомассы в зависимости от времени, то наблюдаемое в опыте постепенное уменьшение удельного темпа роста растений к концу вегетации связано с биологией растений [4]. Этот процесс моделируется математически и может быть использован для составления программ минерального питания растений.

Значения удельного темпа изменения индекса листовой поверхно-

сти (табл. 9) указывают на то, что приблизительно до первых чисел апреля имеет место показательная функциональная зависимость роста листовой поверхности от времени. В дальнейшем происходит резкое уменьшение роста листовой поверхности. Учитывая, что задолго до этого момента растения начинают затенять друг друга, следует предположить, что аппроксимация накопления биомассы, а следовательно, и поглощения элементов минерального питания экспоненциальной зависимостью от времени может быть применена только на очень коротком начальном этапе роста.

Скорость накопления биомассы, умноженная на относительное содержание элемента, является показателем, при помощи которого можно смоделировать процесс внесения удобрений.

Из табл. 7 и 8 следует, что в начале вегетации изменение биомассы в зависимости от времени скорее всего может быть аппроксимировано показательной функцией, так как одинаковым приращениям t соответствуют приращения биомассы в несколько раз, что особенно характерно для периода с 11 марта по 9 апреля. Кроме того, надо отметить, что прирост биомассы как функция времени неуклонно возрастает до какого-то максимального значения, прирост биомассы как функция прихода солнечной радиации подвержен колебаниям

Таблица 6

Приход солнечной радиации (E , мДж/м²) в теплице за время вегетации

Дата	Время от начала учета (t), сут	Δt	E	ΔE	$\Delta E/\Delta t$
11/III	27	27	69	69	2,26
25/III	34	7	94	25	3,57
1/IV	42	8	126	32	4,00
9/IV	49	7	178	52	7,48
18/IV	62	13	223	45	3,46
5/V	83	21	357	134	6,38
23/VI	99	16	494	134	8,38
7/VI	113	16	735	132	8,25
22/VI	129	16	735	132	8,25

Таблица 7

Прирост воздушно-сухой биомассы в зависимости от времени ($\Delta W_p/\Delta t$, г·м⁻²·сут⁻¹) и от прихода солнечной радиации ($\Delta W_p/\Delta E$, г·мДж⁻¹) для гибридов огурца

Дата	1417		575		2616		Стелла	
	$\Delta W_p/\Delta t$	$\Delta W_p/\Delta E$	$\Delta W_p/\Delta t$	$\Delta W_p/\Delta E$	$\Delta W_p/\Delta t$	$\Delta W_p/\Delta E$	$\Delta W_p/\Delta t$	$\Delta W_p/\Delta E$
11/III	0,2	0,07	0,2	0,07	0,1	0,05	0,2	0,06
25/III	0,8	0,23	0,8	0,21	0,7	0,19	0,6	0,17
1/IV	7,0	1,78	6,2	1,54	4,9	1,23	5,7	1,43
9/IV	12,0	1,62	11,0	1,48	16,8	2,27	10,1	1,36
18/IV	17,3	5,00	15,7	4,53	17,4	5,02	18,0	5,20
5/V	20,3	3,17	17,2	2,69	14,9	2,32	12,9	2,01
23/V	34,0	4,06	25,4	3,03	23,4	2,79	20,7	2,47
7/VI	8,9	1,12	7,2	0,90	15,2	1,90	6,8	0,85
22/VI	4,3	1,52	14,6	1,77	13,7	1,66	7,8	0,94

Таблица 8

Прирост воздушно-сухой биомассы в зависимости от времени ($\Delta W_p/\Delta t$, г·м⁻²·сут⁻¹) и от прихода солнечной радиации ($\Delta W_p/\Delta E$, г·мДж⁻¹) для гибридов томата

Дата	Верлюка		Counter	
	$\Delta W_p/\Delta t$	$\Delta W_p/\Delta E$	$\Delta W_p/\Delta t$	$\Delta W_p/\Delta E$
23/I	0,34	—	0,21	—
1/III	2,74	1,57	1,71	0,97
15/III	5,47	4,63	4,63	3,93
27/IV	5,43	1,28	7,43	1,85
15/V	18,64	2,60	22,69	2,72
6/VII	0,00	0,00	7,07	0,83

вследствие постоянно изменяющихся условий освещенности. Однако и значение $\Delta W_p/\Delta E$ достигает максимума, после чего происходит спад. При этом максимум $\Delta W_p/\Delta E$

Таблица 9

Динамика удельного темпа (сут⁻¹) изменения индекса листовой поверхности для различных гибридов огурца

Дата	Δt	1417	575	2616	Стелла
21/III	35	0,151	0,151	0,163	0,151
28/III	7	0,157	0,198	0,151	0,179
5/IV	8	0,188	0,137	0,131	0,154
12/IV	7	0,085	0,083	0,137	0,093
25/IV	13	0,023	0,015	0,017	0,029
16/V	21	0,001	0,000	0,000	0,002

наступает раньше максимума $\Delta W_p/\Delta t$ и приурочен к периоду, следующему сразу же после достижения растениями максимального удельного прироста площади листовой поверхности (табл. 7 и 9). С точки зрения эффективности использования солнечной энергии в этих промежутках времени достигается оптимум. Однако интегрированный продукционный процесс есть произведение $(\Delta W_p/\Delta E)E$; поэтому при дальнейшем увеличении количества поступающей солнечной энергии, которая аппроксимируется синусоидой [3, 4], общая продуктивность возрастает за счет E , при этом $\Delta W_p/\Delta E$ даже может уменьшаться (табл. 8). Незадолго до окончания вегетации в силу старения организма растений интенсивность продукционного процесса сильно снижается, несмотря на то, что $\Delta E/\Delta t$ очень высокое, т. е. $(\Delta W_p/\Delta t)/(\Delta E/\Delta t)$ стремится к минимуму. Все эти доказанные экспериментально закономерности могут быть использованы при моделировании продукционного процесса или части этого процесса, системы минерального питания.

Анализ изменения содержания элементов минерального питания в биомассе растений показывает (табл. 10), что концентрация азота

Таблица 10

Содержание элементов минерального питания (%) в воздушно-сухой биомассе органов огурца во время вегетации (в среднем по 4 гибридам)

Дата	Листья	Черешки	Стебли	Корни	Плоды	Листья	Черешки	Стебли	Корни	Плоды
	<i>Азот</i>					<i>Фосфор</i>				
21/III	4,95	2,13	2,82	4,37	—	1,06	1,08	0,90	1,61	—
28/III	5,22	1,87	2,75	4,29	—	0,93	1,04	0,87	1,57	—
5/IV	5,36	1,87	2,91	3,67	3,51	1,10	1,08	1,21	1,38	0,67
12/IV	5,32	1,59	2,47	3,83	3,46	0,92	1,12	1,01	1,95	0,71
23/IV	4,50	1,24	2,04	3,31	3,43	0,72	0,88	0,98	1,58	0,69
16/V	3,71	1,35	2,15	3,56	3,23	0,88	0,86	1,06	1,73	0,68
1/V	3,55	1,21	2,05	4,31	3,05	0,76	0,78	0,94	1,79	0,68
15/VI	3,34	1,12	1,69	4,23	2,98	0,89	0,85	1,09	1,85	0,71
1/VII	2,25	1,09	2,20	3,76	2,90	0,88	0,73	1,09	1,55	0,71
	<i>Калий</i>					<i>Магний</i>				
21/III	3,59	6,48	6,13	5,11	—	0,34	0,52	0,56	0,53	—
28/III	3,74	7,55	6,69	5,35	—	0,34	0,61	0,48	0,52	—
5/IV	4,47	7,92	5,39	5,65	4,36	0,36	0,44	0,47	0,34	0,35
12/IV	4,05	9,00	5,59	5,59	4,33	0,34	0,42	0,34	0,35	0,35
25/V	3,23	7,69	5,81	4,66	4,11	0,36	0,31	0,31	0,31	0,31
16/VI	3,03	6,21	5,79	2,52	3,88	0,39	0,60	0,36	0,32	0,32
1/VI	2,41	6,24	4,27	2,73	3,60	0,41	0,37	0,37	0,34	0,29
15/VI	2,64	6,30	4,49	2,10	3,50	0,41	0,37	0,35	0,33	0,30
1/VII	2,82	5,63	4,56	1,66	3,53	0,43	0,37	0,39	0,31	0,30

в биомассе за период вегетации снизилась почти в 2 раза, содержание фосфора оставалось практически постоянным, концентрация калия существенно снижалась, а содержание магния повышалось к концу вегетации в листьях. Некоторое повышение содержания минеральных элементов к 5 апреля объясняется переходом на питание самым концентрированным раствором 2 апреля.

Как видим, применяя технологию,

при которой питательный раствор подается в объеме 30 л/м² и за месяц до конца вегетации не проводится его корректировка, можно эффективно использовать удобрения, поскольку концентрация азота в растениях снижается, но поддерживается высокий темп роста (табл. 7, 8, 10 и 11), а урожай плодов получается высоким (табл. 1). При этом в питательной емкости имеется резерв азота, обеспечивающий среднесуточное пот-

Таблица 11

Содержание азота (%) в воздушно-сухой биомассе органов томата за период выращивания гибридов томата

Дата	Верлюка				Counter			
	л+ч	с	к	п	л+ч	с	к	п
18/II	3,58	2,03	2,08	—	4,44	2,29	2,97	—
10/III	3,61	1,87	1,69	—	4,54	2,00	1,68	—
21/III	3,88	1,91	2,34	3,98	4,41	2,41	1,69	4,25
3/IV	3,53	1,65	1,81	3,48	3,68	2,29	1,43	3,80
30/VI	1,89	1,65	1,70	2,98	2,12	2,10	1,51	2,65
15/VI	1,80	1,7	1,60	2,13	2,08	2,02	1,45	2,22

ребление азота в течение 30 сут в размере $200 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$. Поскольку поглощение элементов питания в этот период идет на спад, имеющиеся резервы обеспечивают более высокий уровень потребления в начале последнего этапа роста. Короче говоря, растения в опыте не были лимитированы в минеральном питании. Накопление кальция и магния в конце вегетации объясняется их поступлением в систему с большим количеством воды, которая добавлялась ежедневно (водопроводная вода содержала 50 мг кальция и 8 мг магния на 1 л).

Характер изменения содержания минеральных элементов в томатах не отличается от обсуждаемого выше. Для иллюстрации мы приводим динамику содержания азота (табл. 11).

Среднее стандартное отклонение за вегетацию зависело от органа растений и колебалось для азота от 6 до 12 %, фосфора — 4—10, калия — 5—13, для магния — 4—13 %. Наибольшее отклонение характерно для проводящих органов — черешков и стеблей.

Выводы

1. В коротком зимне-весеннем обороте урожайность плодов используемых в опыте гибридов огурца и томата при выращивании их в проточной водной культуре обеспечивается темпами накопления биомассы, свойственными каждому гибриду.

2. Максимальное накопление воздушно-сухой биомассы за период

выращивания огурца (18 февраля — 1 июля) составляет 1500 г/м^2 , а томата (20 февраля — 15 июля) — 2150 г/м^2 , при этом максимальный среднесуточный прирост приходится на май и может достигать не менее $34 \text{ г/м}^2 \cdot \text{сут}$ для огурца и $23 \text{ г/м}^2 \cdot \text{сут}$ для томата.

3. Изменения прироста биомассы на единицу прихода солнечной радиации наступают раньше изменений прироста биомассы в единицу времени.

4. Удельный темп накопления биомассы для культуры огурца и томата в теплице (февраль — июль) увеличивается в начале вегетации, достигает максимума в первую треть периода выращивания и уменьшается к концу вегетации более чем на 1—2 порядка в зависимости от гибрида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апостол П. А., Борисов А. В., Новиков В. В. Изучение роста огурца на малообъемной гидропонике. — Изв. ТСХА, 1989, вып. 5, с. 112—119.
2. Апостол П. А., Сандид В. А., Куленкамп А. Ю. Программирование минерального питания томата в условиях малообъемной гидропонике. — Изв. ТСХА, 1987, вып. 2, с. 113—114.
3. Апостол П. А., Фореро С. Г. Корректировка питательного раствора для тепличных томатов по данным о приходе солнечной радиации. — Изв. ТСХА, 1992, вып. 2, с. 113—123.
4. Франс Дж., Торили Дж. Х. М. Математические модели в сельском хозяйстве. — М.: Агропромиздат, 1987, с. 107—114.

Статья поступила 21 января 1992 г.

SUMMARY

In order to get the data for varietal modelling of the production process on 4 cucumber hybrids and 2 tomato hybrids grown in flowing water culture in winter-spring greenhouse, the dynamics of air-dry biomass, increment of biomass depending on time of growing and on sun radiation, specific rate of biomass accumulation, as well as the amount of the main elements of mineral nutrition in the biomass were determined.