

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Известия ТСХА, выпуск 6, 1988 год

УДК 631.1:631.544.41:631.582

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КУЛЬТУРООБОРОТОВ В ЗИМНИХ ТЕПЛИЦАХ

А. М. ЛИПИНСКАЯ, В. В. КЛИМОВ, Х. П. КЛЕРИНГ

(Кафедра организации с.-х. предприятий)

Повышение валового производства овощей в культивационных сооружениях должно осуществляться как за счет увеличения площадей защищенного грунта, так и путем более интенсивного использования имеющихся теплиц на основе систем культурооборотов, которые обеспечивают максимальный выход овощной продукции широкого ассортимента. Эти системы, представляющие собой сочетание взаимосвязанных культурооборотов, разрабатываются с учетом экономических и организационных особенностей хозяйства, а также технологических требований овощеводства защищенного грунта.

Определяющим фактором в подборе овощных культур по периодам выращивания является солнечная радиация. По уровню естественной фотосинтетически активной радиации (ФАР), которая проникает в теплицы в осенне-зимний период, территория страны разделена на 8 световых зон. По данным ФАР определяют сроки выращивания овощных культур в культивационных сооружениях разных световых зон. Наряду с солнечной радиацией при выборе рациональных культурооборотов следует учитывать затраты энергии, добываясь оптимального сочетания холодостойких и теплолюбивых культур. Не менее важен также учет опасности поражения растений вредителями и болезнями. В связи с этим грамотное чередование культур позволяет не только повысить урожайность и качество продукции, но и снизить производственные затраты. Правильное чередование культур в теплицах должно основываться и на учете организационно-экономических предпосылок, требующихся для возделывания культуры затрат труда и наличия рабочей силы.

Одной из причин внедрения культурооборотов в защищенном грунте является необходимость обеспечения непрерывности и поточности производства. Система культурооборотов позволяет улучшить внутрихозяйственный расчет в предприятиях, доводить хозяйственные задания до производственных подразделений на основе конкретных культурооборотов, внедрить коллективный подряд.

С ростом площадей защищенного грунта увеличилось разнообразие тепличных культурооборотов, что требует для более достоверной оценки эксплуатации теплиц их классификации по ряду признаков: сроку использования, составу возделываемых

культур, месту ведущей культуры и срокам поставки ранних овощей. В табл. 1 показано деление культурооборотов на типы, группы, виды и разновидности.

Признаком типа культурооборота является продолжительность (период) его использования. Выделены два типа культурооборотов: непреходные однолетние и непреходные 2- и 3-летние. Первые применяются во всех световых зонах, последние в VI и VII (гг. Кисловодск, Симферополь, Сочи, Кировабад), где условия освещенности позволяют использовать теплицы для выращивания огурца и томата в осенне-зимний и зимне-весенний периоды (посадка или посев овощных культур осенью текущего года, а конец уборки урожая — летом следующего хозяйственного года), при этом обеспечивается поступление продукции с ноября — декабря до июня — июля.

К тому или иному типу могут относиться различные группы культурооборотов. Главным признаком их отнесения к определенной группе служит количество возделываемых культур и кратность их смены за срок использования культурооборота: однокультурные бессменные и сменные, многокультурные сменные.

Вид культурооборота определяется главной культурой, которая занимает ведущее место по времени использования теплиц и по валовому выходу продукции. Выделены огуречные, томатные, луковые, грибные, огуречно-томатные, огуречные с зелеными и выгоночными, томатные с зелеными и выгон очными, рассадно-овощные, цветочные и др.

Разновидности культурооборотов очень часто имеют одинаковый состав возделываемых культур, но различаются их чередованием и сроками возделывания.

Крупные тепличные комбинаты, построенные и действующие практически во всех зонах страны, как правило, значительно различаются по энергоемкости производства овощей. При этом различия в потреблении энергии зачастую определяются не только климатическими факторами, но и нарушениями технологического режима, недостатками эксплуатационных служб, упущениями в агротехнике, из-за чего даже в однотипных сооружениях в пределах одной климатической зоны наблюдаются существенные расхождения в энергоемкости, особенно в расчете на единицу продукции. В этой связи назрела необходимость в ус-

Классификация культурооборотов, применяемых в теплицах

Тип	Группа	Вид	Разновидность	
Непереходные од- нолетние	Однокультурные бессменные Однокультурные сменные	Огуречные	Огурец; огурец с уплотнителем	
		Томатные	Томат; томат с уплотнителем	
	Многокультур- ные сменные	Огуречные	Огурец — огурец	
		Томатные	Томат — томат	
		Луковые	Лук на перо (3—6 смен)	
		Грибные	Грибы (3—4 смены)	
		Огуречные с зе- ленными и дру- гими культурами	Огурец — хризантемы — зе- ленные выгоночные; огурец— зеленные выгоночные; са- лат — огурец — зеленные вы- гоночные; зеленные посе- вные — огурец — зеленные посевные — зеленные выго- ночные; огурец — пристано- вочные — зеленные выгоноч- ные; огурец — грибы	
Огуречно-томат- ные	Зеленные посевные — огу- рец — томат — зеленные вы- гоночные; огурец — томат; томат — огурец — зеленные посевные; томат — огурец; томат — огурец — зеленные выгоночные; зеленные выго- ночные — огурец — томат			
Томатные с зе- ленными	Томат — пристановочные; то- мат — пристановочные — зе- ленные выгоночные; томат — зеленные выгоночные — зе- ленные посевные; зеленные посевные — томат — приста- новочные — зеленные выго- ночные			
Переходные: в пределах 2 лет	Двухкультурные двухсменные	Зеленные	Зеленные выгоночные — зе- ленные посевные — зеленные посевные — зеленные с пики- ровкой — зеленные выгоноч- ные	
		Цветочные	Левкой — огурец — хризан- темы; калла — томат — цик- ламен; лук на перо — пету- ния — огурец — хризантема; тюльпан и нарцисс — огурец— калла — роза — гвоздика ре- монтантная	
	в пределах 3 лет	Двухкультурные четырёхсменные	Рассадно-овощ- ные	Рассада весеннего огурца — огурец весенний — рассада осеннего огурца — огурец осенний — зеленные выгоноч- ные; рассада весеннего тома- та — томат — рассада осен- него огурца — зеленные вы- гоночные
			Огуречно-томат- ные	Переходная культура огурца — переходная культура томата; переходная культура томата — переходная культура огурца Переходная культура огу- рца — осенне-зимняя культура томата — зимне-весенняя культура огурца — переход- ная культура огурца

тановлении научно обоснованных норм потребления энергии для каждой климатической зоны с учетом рекомендуемых культурооборотов.

Введение нормативов потребления энергии и соответствующих экономических санкций

в случае их превышения будет способствовать более экономному расходованию энергоресурсов, а также более широкому использованию вторичных энергоресурсов промышленными предприятиями и электростанций.

Распределение расхода энергии при зимне-весенней культуре огурца и томата в зимних блочных теплицах в условиях Московской области

Статья расхода	Огурец			Томат		
	расход энергии					
	МДж/м ²	МДж/кг	%	МДж/м ²	МДж/кг	%
Обогрев теплиц при:						
выращивании овощей	4100	146,4	83,1	3119	259,9	74,2
подготовке почвы	244	8,7	4,9	284	23,7	6,8
Обогрев рассадных сооружений	76	2,7	1,5	192	16,0	4,6
Пропаривание почвы	340	12,1	6,9	340	28,3	8,1
Подогрев и подача поливной воды	50	1,8	1,0	50	4,2	1,2
Дополнительное облучение рассады	30	1,1	0,6	120	10,0	2,8
Энергоемкость:						
теплицы	84	3,0	1,7	89	7,4	2,0
удобрений	5	0,2	0,1	4	0,3	0,1
семян	5	0,2	0,1	4	0,3	0,1
Дизельное топливо и бензин	3	0,1	0,1	3	0,3	0,1
Итого	4932	176,1	100,0	4202	350,1	100,0

Примечание. Срок вегетации огурца — с I/I по 30/VI, урожайность — 28 кг/м², срок вегетации томата — с 16/1 по 31/VII, урожайность — 12 кг/м².

Расчеты энергетических затрат (тепловой и электрической энергии) на отопление культивационных сооружений и обеспечение технологического процесса уже проводились рядом исследователей. Так, в 1969 г. были определены затраты на отопление теплиц в различных климатических районах, но без учета влияния на этот показатель растений. Математические модели для составляющих теплового баланса теплиц разработаны Д. А. Куртеном, Л. Н. Ануфриевым, И. А. Кожинным и Г. М. Позинным методические указания по теплотехническому расчету культивационных сооружений и нормативные затраты на обогрев подготовлены институтом «Гипронисельпром». Однако, как правило, имеющиеся математические модели очень сложные и поэтому мало доступны для практических вычислений. Кроме того, нормы затрат на обогрев в этих моделях не учитывают всего комплекса технологических требований.

Нами разработаны методика расчета энергетических затрат и программа их выполнения на ЭВМ, а также проведены расчеты затрат энергии для обеспечения технологического процесса в зимних блочных теплицах для различных климатических зон страны. Более подробно рассмотрен ряд проблем по данным совхоза «Московский».

В основу методики положен учет всех видов затрат на поризводство овощей: отопление, дополнительное облучение рассады, пропаривание почвы, подогрев поливной воды, затраты тепла на эвапотранспирацию и таяние снега на кровле.

Наиболее существенны затраты энергии на отопление сооружений. Тепловой баланс для воздушного объема теплицы в установленном режиме может быть записан в следующем виде:

$$q = q_1 - q_2 + q_3 + q_4, \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч}, \quad (1)$$

где q_1 — тепловой поток через ограждающие конструкции; q_2 — проникающая в теплицу суммарная солнечная радиация; q_3 — тепло, затрачиваемое на эвапотранспирацию; q_4 — тепло, затрачиваемое на таяние снега.

Таблица 3

Энергоемкость овощных культур в теплицах в условиях Московской области (только тепловая энергия при выращивании культур)

Культура	Срок вегетации	Урожайность кг/м ² *	Энергоемкость	
			МДж/м ² *	МДж/кг
Сельдерей	I	8	990	124
	XII	8	830	104
Лук	I	10	1090	109
	XII	10	930	93
Салатный цикорий	I	16	1000	63
	XII	16	825	52
Пекинская капуста	10/1—10/IV	10	1710	171
Салат кочаный	1/IX—31/X	3	376	141
	10/IX—31/X	3	159	53
Огурец	1/1—30/VI	28	4100	146
	1/II—30/VI	25	2875	115
Томат	1/11—31/VIII	33	3070	93
	1/VIII—10/XI	6	1300	217
Томат	15/1—31/VII	12	3119	260
	15/11—31/VII	10	2200	220
	15/111—31/X	15	2250	150
	10/VII—10/XII	7	1800	257

* Изв. ТСХА, 1969, вып. 3, с. 148—155.

Расход энергии при выращивании огурца и томата в зимних блочных теплицах

Город	Тип культуры	Огурец				Томат			
		в период выращивания		общий		в период выращивания		общий	
		МДж/м ²	МДж/кг	МДж/м ²	МДж/кг	МДж/м ²	МДж/кг	МДж/м ²	МДж/кг
Архангельск	Продленная	4281	171	6173	247	2644	288	5059	552
Ленинград	»	3489	140	4426	177	1917	209	4719	515
Рига	»	3261	125	3910	150	1720	143	2661	222
Москва	»	5076	169	5731	191	2054	147	3454	247
Свердловск	»	6043	201	6994	233	2427	174	4611	329
Новосибирск	»	5559	192	6813	234	2687	192	5126	366
Иркутск	Весенняя	4617	181	7729	267	2391	199	6107	321
	Осенняя	2339	390	7729	267	2541	363	6107	321
Киев	Весенняя	3480	151	5511	190	1541	128	3653	192
	Осенняя	1653	273	5511	190	1619	231	3653	192
Одесса	Весенняя	3326	139	4767	159	1597	123	3244	154
	Осенняя	1324	221	4767	159	1371	171	3244	154
Кишинев	Весенняя	3194	133	4671	156	1521	117	3311	158
	Осенняя	1383	230	4671	156	1399	175	3311	158
Семипалатинск	Весенняя	5337	243	7466	267	2266	189	5733	302
	Осенняя	1723	287	7466	267	2523	360	5733	302
Южно-Сахалинск	Переходная	6461	281	6461	281	6106	436	6106	436
Алма-Ата	»	4020	175	4020	175	3774	270	3774	270
Ташкент	»	3081	134	3081	134	2699	193	2699	193
Самарканд	»	2894	126	2894	126	2667	191	2667	191
Ленинабад	»	3391	147	3391	147	2991	214	2991	214
Баку	»	3281	143	3281	143	2673	191	2673	191
Тбилиси	»	2970	129	2970	129	2616	187	2616	187

В общем случае тепловой поток через ограждающие конструкции пропорционален коэффициенту теплоотдачи, перепаду температур и скорости ветра, интенсифицирующего теплопередачу и инфильтрацию воздуха.

Дальнейшая методика расчета такова:

$$q_1 = \kappa \kappa_{озр} (t_{вн} - t_{н}), \quad (2)$$

где κ — коэффициент теплопередачи, кДж/(м²·ч·К), Вт/(м²·К); κ есть функция теплофизических свойств ограждения и скорости ветра: $\kappa = 21,35 + 1,47 V$, где V — скорость ветра, м/с; $\kappa_{озр}$ — коэффициент ограждения, учитывающий отношение площади ограждения к строительной площади сооружения; для блочных теплиц $\kappa_{озр} = 1,3$; $t_{вн}$, $t_{н}$ — температура внутреннего и наружного воздуха, °К.

$$q_2 = k_{np} q_3, \quad (3)$$

где q_3 — суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность; k_{np} — коэффициент проницаемости сооружений, определяемый в зависимости от типа конструкции и загрязнения ограждения, а также от высоты солнца над горизонтом и облачности; k_{np} блочных теплиц изменяется в пределах от 0,5 до 0,8.

$$q_3 = r m_p, \quad (4)$$

где r — тепло испарения воды, $r = 2,257$ кДж/г; m_p — транспирация растений и почвы, г/м²·ч.

Транспирация зависит от солнечной радиации, температуры и влажности воздуха в теплице и от площади листовой поверхности:

$$m_p = (a + b \kappa_{np} q_3) \cdot S_d, \quad \text{г/м}^2 \cdot \text{ч},$$

где a , b — эмпирические коэффициенты, $a = 17$ г/м²·ч, $b = 0,08$ г/кДж; S_d — индекс листовой поверхности, отношение площади листьев растений к площади выращивания.

$$q_4 = \lambda m_{сн}, \quad (5)$$

где λ — тепло таяния льда и снега, $\lambda = 0,334$ кДж/г; $m_{сн}$ — количество снега, г/м²·ч.

Для определения годовых расходов тепла на отопление сооружений при различных климатических и агротехнических условиях была составлена программа на алгоритмическом языке FORTRAN 4000 для ЭВМ KPS 4200. Исходными данными для решения задачи являются средние месячные значения: температуры воздуха вне теплицы в 1, 7, 13 и 19 ч, суммы солнечной радиации для каждого часа дня, суммы осадков и скорости ветра. При решении задачи методом гармонического анализа с учетом температуры воздуха в теплице, индекса листовой поверхности и коэффициента проницаемости получаем значение расходов тепла для каждого часа года и суммы расходов за каждый месяц года.

Кроме затрат тепловой энергии на отопление, необходимы также затраты ее на подготовку и пропаривание почвы, подогрев поливной воды, на производство элементов конструкции теплиц и удобрений. Структура расчетных энергетических затрат при зимне-весенней культуре огурца и томата для условий Московской области представлена в табл. 2.

**Перспективная система культурооборотов для зимних теплиц
при оптимальном критерии «максимум несезонной продукции» (в расчете на 1 м²)**

Культура	Срок выращивания	Выход овощей, кг	Выручка от реализации, руб.	Производственные затраты, руб.	чел.-ч	Сумма прибыли, руб.
1-й культурооборот, 8,15 га						
1. Огурец	22/X II—15/VIII	33,1	43,80	11,99	1,10	31,81
Уплотнитель — салат	II—III	0,2	0,12	0,07	0,02	0,05
2. Томат	1/VIII—20/XI	9,4	7,57	6,62	0,77	0,95
Всего		42,7	51,49	18,68	1,89	32,81
2-й культурооборот, 1,33 га						
1. Огурец	10/XII—30/VII	33,5	46,05	12,12	1,09	33,93
Уплотнитель — салат	II—III	0,2	0,12	0,07	0,02	0,05
2. Салат кочанный	5/VIII—30/XI	2,5	0,74	2,34	0,30	—1,60
Уплотнитель — укроп	VIII	0,1	0,04	0,04	0,01	—
3. Сельдерей	1—30/XII	8,0	2,15	2,58	0,40	-0,43
Всего		44,3	49,10	17,15	1,821	31,95
3-й культурооборот, 0,82 га						
1. Лук на перо (5 оборотов)	1/I—1/V	58,2	24,4	21,45	1,75	3,01
2. Томат	5/V—10/XII	15,9	12,24	8,76	1,05	3,48
Всего		74,1	36,70	30,21	2,80	6,49
4-й культурооборот, 18,42 га						
1. Огурец	1/1—21/VII	33,1	46,81	11,48	1,10	35,33
Уплотнитель — салат	II—IV	0,3	0,20	0,10	10,03	0,10
2. Укроп	II/VIII—30/IX	1,0	0,37	0,77	0,28	—0,40
3. Салат листовой	1/X—15/XII	4,0	2,44	2,01	0,63	0,43
Всего		38,4	49,82	14,36	2,04	[35,46
5-й культурооборот, 6,33 га						
1. Томат	8/II—19/IX	15,2	24,96	19,78	1,10	15,18
Уплотнитель — салат	II—IV	0,4	0,27	0,15	0,03	0,12
2. Лук на перо (3 оборота)	20/IX—31/XII	24,1	9,59	12,09	0,90	-2,50
Всего		39,7	34,82	22,02	2,03	12,80
6-й культурооборот, 0,62 га						
1. Томат	15/II—1/X	15,0	24,76	9,78	1,05	14,98
2. Доращивание цветной капусты	15/X—15/XI	12,0	8,40	4,49	1,45	3,91
Всего		27,0	33,16	14,27	2,50	18,89
7-й культурооборот, 0,85 га						
1. Петрушка	22/XII—20/I	8,0	5,12	2,32	0,40	2,80
2. Томат	15/II—1/VII	12,0	21,81	7,25	0,87	14,56
3. Огурец	5/VIII—10/XI	9,0	4,74	7,36	0,67	—3,12
4. Сельдерей	15/XI—20/XII	10,0	3,10	2,60	0,50	0,50
Всего		39,0	34,77	20,03	2,44	11,74
8-й культурооборот, 7,82 га						
1. Сельдерей	1/I—1/II	10,0	3,66	2,58	0,50	1,08
2. Огурец	3/II—30/VI	27,0	41,18	8,63	1,01	32,55
3. Томат	1/VII—10/XII	12,0	8,56	8,23	0,87	0,33
Всего I		49,0	53,40	19,44	2,38	33,96
9-й культурооборот, 1,28 га						
1. Салат кочанный (гибрид японской капусты)	10/I—10/II	15,0	10,40	7,01	1,05	3,39
2. Огурец	15/III—10/XI I	30,0	30,98	12,64	1,07	18,34
3. Сельдерей	15/XI—20/XII	10,0	3,10	2,60	0,50	0,50
Всего		55,0	44,48	22,25	2,62	22,23

Культура	Срок выращивания	Выход овощей, кг	Выручка от реализации, руб.	Производственные затраты		Сумма прибыли, руб.
				руб.	чел.-ч	
10-й культурооборот, 2,38 га						
1. Редис	I—II	3,0	1,44	1,25	0,45	0,19
2. Салат кочанный (гибрид японской капусты)	III—IV	15,0	10,40	7,01	1,05	3,39
3. Укроп	V	1,0	0,82	0,77	0,18	0,05
4. Редис	I/VI—20/VII	4,0	1,24	1,10	0,47	0,14
5. Укроп	VIII	1,0	0,36	0,77	0,18	—0,41
6. Салат кочанный (гибрид японской капусты)	IX—X	15,0	6,24	7,01	1,05	—0,77
7. Редис	5/XI-31/XII	3,0	1,38	1,25	0,42	0,13
Всего		42,0	21,88	19,16	3,77	2,72

Поскольку большая часть энергии расходуется на обогрев сооружений, именно сокращая эту статью расхода путем применения более совершенных конструкционных материалов, теплозащитных экранов и тща-

тельной герметизации, можно добиться существенной экономии энергии.

Немаловажным фактором в снижении энергетических затрат на единицу продукции является повышение продуктивности

Таблица 6

Проектируемая система культурооборотов для зимних теплиц при оптимальном критерии «минимум энергетических затрат» (в расчете на 1 м²)

Культура	Срок выращивания	Выход овощей, кг	Выручка от реализации, руб.	Производственные затраты		Сумма прибыли, руб.
				руб.	чел.-ч	
1-й культурооборот, 8 га						
1. Лук на перо (5 оборотов)	1/I—1/V	58,2	24,46	21,45	1,75	3,01
2. Томат	5/V—10/XII	15,9	12,24	8,76	1,05	3,48
Всего		74,1	36,70	30,21	2,80	6,49
2-й культурооборот, 15 га						
1. Огурец	22/XII—15/VII	33,1	43,80	11,77	1,10	31,81
Уплотнитель — салат	II—III	0,2	0,12	0,07	0,02	0,05
2. Томат	1/VIII—20/XI	9,4	7,57	6,62	0,77	0,95
Всего		42,7	51,49	18,68	1,89	32,81
3-й культурооборот, 1 га						
1. Томат	26/1—5/X	15,0	17,81	10,54	1,10	7,27
Уплотнитель — салат	III	0,3	0,21	0,09	0,03	0,12
2. Лук на перо	8/X—20/XI	10,0	4,20	4,05	0,32	0,15
Всего		25,3	22,22	14,68	1,45	7,54
4-й культурооборот, 3 га						
1. Сельдерей	1/I—III	10,0	3,66	2,58	0,50	1,08
2. Огурец	3/11—30/VI	27,0	41,18	8,63	1,01	32,55
3. Томат	1/VII—10/XII	12,0	8,56	8,23	0,87	0,33
Всего		49,0	53,40	19,44	2,38	33,96
5-й культурооборот, 21 га						
1. Салат кочанный (гибрид японской капусты)	10/I—10/III	15,0	10,40	7,01	1,05	3,39
2. Огурец	15/III—10/XI	30,0	30,98	12,64	1,07	18,34
3. Лук на перо	15/XI—20/XII	12,0	5,32	4,30	0,36	1,02
Всего		57,0	46,70	23,95	2,48	22,75

Т а б л и ц а 7

поступление овощной продукции по месяцам
(% к итогу) в совхозе «Московский»
и по I (в числителе)
и II (в знаменателе) вариантам

Месяц	Огурец	Томат	Зеленные и прочие культуры	Лук на перо	Всего за год
1984—1986 гг.					
Январь	—	—	—	4,5	4,5
Февраль	1,7	—	0,3	3,9	5,9
Март	9,1	—	0,7	3,9	13,7
Апрель	8,2	0,2	1,1	3,9	13,4
Май	12,5	1,8	1,2	1,9	17,4
Июнь	11,1	2,4	0,5	0,7	14,7
Июль	1,1	2,9	0,1	0,1	4,2
Август	0,3	2,3	0,5	—	3,1
Сентябрь	1,6	4,4	0,6	—	6,6
Октябрь	0,7	6,2	3,0	0,1	10,0
Ноябрь	—	3,7	0,4	0,4	4,5
Декабрь	—	0,5	0,1	1,4	2,0
Итого	46,3	24,4	8,5	20,8	100,0
I и II варианты					
Январь	—	—	2,4	0,2	2,6
	—	—	1,2	1,3	2,5
Февраль	1,0	—	2,3	0,5	3,8
	1,0	—	0,1	4,0	5,1
Март	8,7	—	1,1	0,7	10,5
	4,2	—	12,1	5,0	21,3
Апрель	13,4	0,3	1,9	0,8	16,4
	9,2	—	—	6,1	15,3
Май	13,7	1,7	0,1	0,2	15,7
	10,0	0,1	—	1,4	11,5
Июнь	12,4	1,4	0,5	—	14,3
	9,9	0,1	—	—	10,0
Июль	8,0	1,3	—	—	9,3
	5,7	1,4	—	—	7,1
Август	0,3	1,1	0,1	—	1,5
	3,4	1,8	—	—	5,2
Сентябрь	0,4	2,3	0,9	—	3,6
	1,9	1,6	0,1	—	3,6
Октябрь	0,2	4,0	1,8	3,1	9,1
	0,8	4,7	—	—	5,5
Ноябрь	0,1	1,9	1,8	2,5	6,3
	0,3	2,3	0,1	0,4	3,1
Декабрь	—	0,7	44,2	2,0	6,9
	—	0,1	—	9,7	9,8
Итого	46,3	14,7	17,1	10,0	100,0
	46,4	12,1	13,6	27,9	100,0

овощных культур. Сравнивая расходы энергии при культуре огурца и томата, видим, что общий расход на единицу площади в первом случае на 17 % выше, однако затраты энергии на производство 1 кг томатов в 2 раза больше, чем на 1 кг огурцов.

Продуктивность и сроки выращивания являются определяющими при оценке энергоемкости овощных культур (табл. 3).

Наименее энергоемкими культурами являются салатный цикорий, лук, сельдерей,

огурец в продленном обороте. На возделывание огурца и томата в зимне-весеннем и осеннем оборотах расходуется наибольшее количество энергии, что объясняется высокой требовательностью указанных культур к температуре среды и большими затратами тепла на транспирацию, когда индекс листовой поверхности велик, а солнечная энергия не компенсирует этих затрат.

Данные табл. 4 показывают существенные различия в потреблении тепловой энергии тепличными комбинатами, расположенными в различных климатических районах. Расчеты были произведены нами по культуре огурца и томата для двух случаев: расходы энергии, связанные с процессом выращивания овощей, и суммарные расходы с учетом отопления пустых теплиц в зимнее время в северных районах.

Общий расход тепловой энергии в южных районах намного ниже, чем в северных. Энергоемкость продленных культур в северных районах также незначительна, малоэнергоемка и зимне-весенняя культура огурца в III световой зоне (Москва), если урожайность достаточно высокая, как, например, в совхозе «Московский». Энергоемкость зимне-весенней культуры томата в данных районах очень большая, поэтому более перспективно выращивать переходную культуру томата в VII световой зоне для снабжения северных городов в несезонный период. При транспортировке томаты повреждаются незначительно и хорошо хранятся. Расход энергии на транспортировку по железной дороге составляет 0,4 МДж/кг на 1000 км, в автофургонах — 4 МДж/кг на 1000 км, а расход энергии, для охлаждения при транспортировке — 0,007 МДж/кг.

При определении оптимального сочетания культурооборотов для отдельных тепличных комбинатов или аграрно-промышленных объединений необходимо решение экономико-математической задачи с различными критериями оптимальности. В общем случае оптимальным является такой план, при котором достигается максимальный экономический эффект с учетом условий, ограничивающих производство. Он зависит от выбора конкретной формы выражения экономической эффективности, т. е. от принятого критерия оптимальности. Этот критерий должен наилучшим образом соответствовать народнохозяйственному критерию и из него выводиться. В зависимости от специфики задач конкретной формой выражения данного критерия могут быть различные показатели: минимум отдельных видов производственных затрат, минимум себестоимости, максимум валовой продукции, максимум натурального выпуска продукции по периодам, максимум прибыли, минимум, энергетических затрат и т. д.

Оценка хозяйственной деятельности тепличных комбинатов по максимуму прибыли, а также существующее ценообразование на овощную продукцию и льготный тариф на тепловую энергию приводят к ограничению ассортимента получаемой продукции и перерасходу топлива. С целью расширения ассортимента овощных культур и экономии энергетических ресурсов следует отдать предпочтение другим критериям оптимальности — максимуму валовой продукции в несезонное время и минимуму

энергетических затрат на производство овощей.

В экономико-математическую модель нами включены не отдельные овощные культуры, а культурообороты на имеющейся площади, включающие одну, две и более смен овощных культур. Ограничивающие условия следующие: объем по отдельным видам овощей в заданном соотношении и по периодам поступления, расход энергии на единицу инвентарной площади теплиц с учетом урожайности и площадь, занимаемая культурооборотами (48 га). Урожайность овощных культур определена на основании фактических показателей передовых бригад и звеньев совхоза «Московский». Допустимый объем по отдельным видам продукции установлен в соответствии с научно обоснованными нормами питания.

Несезонным периодом в III световой зоне для производства огурцов считается период с января по июнь и с октября по декабрь включительно, для томатов — с января по июль и с сентября по декабрь.

Потребность в энергетических ресурсах складывается из тепловой энергии на обогрев теплиц для поддержания необходимой оптимальной температуры, электрической энергии при досвечивании растений, тепловой энергии при пропаривании почвенного грунта и сжигании газа для удобрения углекислым газом.

Решение с помощью ЭВМ задачи при оптимальном критерии «максимум несезонной продукции» позволило выделить 10 культурооборотов (табл. 5), которые в совокупности составляют систему, обеспечивающую выполнение задания по объему и ассортименту овощной продукции в различные периоды. Зеленные культуры в данной системе культурооборотов размещаются самостоятельными звеньями. Кроме того, в 1, 2, 4 и 5-м культурооборотах планируется салат в качестве уплотнителя с февраля по апрель. Данная система дает возможность получать 87,8 % продукции в несезонное время, что соответствует научно обоснованным нормам питания. При этом наибольшее количество несезонной продукции дают лук на перо и зеленные культуры, наименьшее — томат и огурец.

При оптимальном критерии «минимум энергетических затрат на выращивание овощей» может быть рекомендована система культурооборотов, приведенная в табл. 6.

В данной системе культурооборотов зеленные культуры также размещаются в ка-

честве самостоятельных культур и уплотнителей. Эта система позволяет получать 84,6 % несезонной продукции, однако ее ассортимент не соответствует научно обоснованным нормам питания. Поэтому в данном случае необходима корректировка культурооборотов с целью улучшения последнего.

В совхозе «Московский» в 1985—1987 гг. фактическое поступление несезонной продукции составило 87,1 %.

Более выравненный характер поступления овощной продукции по месяцам наблюдается при использовании I проектного варианта (табл. 7), хотя различия по сравнению со II вариантом незначительны.

Фактическое производство овощей в совхозе приближается к структуре поступления овощей по I варианту. Необходимо только отметить, что еще мало выращивается продукции в зимние месяцы.

Недостатком II варианта является то, что зеленные овощи в этом случае поступают только в первом квартале, лук на перо — с января по май и в декабре. Причем удельный вес лука на перо очень высокий, что отрицательно может сказаться на его реализации. Кроме того, томаты поступают только во второй половине года, когда уже начинается их завоз из южных районов страны и пленочных теплиц Подмосковья.

Фактические затраты энергетических средств при урожайности 36,6 кг/м² составили 147,7 МДж/кг, или 5400 МДж/м². По I варианту урожайность была равна 42,3 кг/м², расход энергии — 146,2 МДж/кг, или 6181 МДж/м². По II варианту урожайность достигала 54,2 кг/м², расход энергии — 122,6 МДж/кг, или 6652 МДж/м². Эти данные подтверждают тот факт, что с повышением удельного веса малоэнергоёмких культур в общем производстве овощей снижаются расходы в расчете на единицу продукции, хотя последние зависят и от урожайности соответствующих культур.

В заключение необходимо отметить, что при планировании производства тепличной продукции следует более гибко устанавливать параметры критериев для оптимизации площадей под определенные культуры и проводить соответствующую корректировку с учетом конкретных условий хозяйства, государственного плана закупок овощей по периодам года, запросов населения.

Статья поступила 5 марта 1988 г.