УДК 615.015.4(075.8); 620.383; 621.472

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ КОФЕЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ В СОЛНЕЧНОЙ ТЕПЛИЦЕ

Пенджиев А.М.

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт, Ашхабад, e-mail: ampenjiev@rambler.ru

В статье рассматривается климатические условия для выращивания кофейных деревьев и условия Туркменистана, принцип работы солнечной теплицы и существующие конструкции. Приводится результаты натуральных испытаний по созданию микроклимата солнечных теплиц и возможности выращивание кофе в домашних условиях.

Ключевые слова: напиток кофе, солнечной теплицы, созданию микроклимата, возможности выращивание кофе.

RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCHES OF CULTIVATION OF COFFEE TREES IN A SOLAR HOTHOUSE

Penjiyev A.M.

Turkmen State Architecturally-building Institute, Ashkhabad, e-mail: ampenjiev@rambler.ru

In article it is considered environmental conditions for cultivation of coffee trees and a condition of Turkmenistan. A principle of work of a solar hothouse and existing designs. Coffee cultivation in house conditions is resulted results of natural tests on creation of a microclimate of solar hothouses and possibility.

Keywords: a drink of coffee, a solar hothouse, to creation of a microclimate, possibility coffee cultivation.

БУДЕТ ЛИ РАСТИ КОФЕ В СТРАНАХ СНГ

Климатические условия для выращивания кофейных деревьев

Тропический климатический пояс – пространство между экватором и субтропическими поясами северного и южного полушарий. Тропическим поясом называют зону, простирающуюся до 23°27 к югу и северу от экватора. Географы определяют тропики как линию, на которой солнце один раз в году – в солнечный полдень летнего солнцестояния соответствующего полушария – находится в зените. Однако фактически пояса надо определять климатом, растительностью, характерными комплексами почвы, складом сельского хозяйства, а это не всегда совпадает с физико-астрономическим пониманием.

Температура в тропическом поясе никогда не опускается до 0°С, средняя температура холодного месяца +18°. Ряд ученых ограничивают зону тропиков годовой изотермой 20°С, другие – продлевают пределы тропического пояса, обосновывая свой вывод тем, что в таких климатических условиях могут благоприятно расти растения тропического пояса. На карте В.П. Алисова (1964 г.) границы тропического пояса проходят между 27-30°С северной и южной широт. Но, по его данным, в некоторых районах происходят заморозки, поэтому более правильным для сельскохозяйственных целей будет считаться комплексный подход, учитывающий различия в климате, особенности развития культурной растительности. Следует иметь в виду, что некоторые растения могут расти не только в тропиках, но и в субтропиках, а также учитывать местные условия – рельеф, климат, морские течения и др.

Климат тропического пояса является наиболее теплым на земле. Необходимо отметить, что температурные условия тропиков и особенно экваториальной полосы отличаются значительным постоянством (табл. 1). Наибольшее отклонение среднемесячной температуры от среднегодовой составляет всего 1,1%. Максимум и минимум температуры сравнительно незначительны и не создают никаких препятствий для роста культурных растений. Еще более постоянны температуры почвы; даже на большой глубине их годовые амплитуды не выходят за пределы нескольких десятых градуса. По мере удаления от экватора амплитуды суточных и месячных температур возрастают, однако даже на границах тропического пояса они гораздо меньше, чем в субтропиках или в умеренном климате.

Характерным признаком тропического пояса, особенно в его экваториальной части, является отсутствие в течение года резких колебаний продолжительности дня.

Таблица 1

Температурные условия в экваториальной полосе

Месяц	Среднесуточная температура, град.	Зарегистрированные за период наблюдения абсолютные температуры	
		максимальная	минимальная
Январь	25,6	34,8	19,8
Февраль	25,5	36,1	20,2
Март	25,7	34,7	20,5
Апрель	25,7	35,9	20,8
Май	25,4	33,6	19,9
Июнь	24,7	34,8	18,9
Июль	24,3	32,1	18,7
Август	24,4	33,3	18,5
Сентябрь	24,7	35,8	15,7
Октябрь	26,0	35,8	18,5
Ноябрь	26,2	35,8	20,5
Декабрь	26,1	35,7	20,5
В среднем за год	25,4	36,1	15,7

На экваторе день всегда длится 12 ч. Продолжительность дневного освещения – один из важных факторов жизни растений.

Высокие годовые суммы осадков характерны для зоны тропических дождевых лесов, здесь они составляют 10 000 мм в год, в других же зонах – значительно меньше, менее 1000 мм в год, в зоне тропических пустынь их количество вообще ничтожно мало – 50-250 мм. Характеризуя требования кофейного дерева к условиям внешней среды, определяются зоны, где можно возделывать кофе:

а) естественная зона распространения – от 15° с.ш. до 12° ю.ш.;

б) крайние широты возможного выращивания – от 24° с.ш. до 24° ю.ш. в Южной Америке до 28о ю.ш.; высотная граница выращивания арабского кофе внутри тропической зоны – 2000 м над уровнем моря, других видов – 600 м, оптимальные условия для выращивания арабского кофейного дерева – на высоте 1 000 м;

г) для выращивания арабского кофе минимальная годовая температура составляет 16°, оптимальная – 28-22°, максимальная – 26°, тоща как для других видов – 20-25°;

д) для арабского кофейного дерева необходимая минимальная годовая сумма осадков составляет 220 мм, оптимальная – 1400, максимальная – 4000 мм, оптимальная годовая сумма осадков для «робусты» – 2000 мм.

Климатические условия Туркменистана

Климат Туркменистана резко континентальный и сухой. Континентальность его проявляется в резких изменениях метеорологических элементов в суточном и годовом ходе, а засушливость – в очень малом количестве атмосферных осадков, значительной сухости воздуха и малой облачности. Открытость к северу позволяет холодным воздушным массам беспрепятственно проникать на территорию республики и вызывать резкие похолодания, особенно в зимний период.

Среднегодовая температура воздуха положительна и изменяется в пределах 21-34°С. Продолжительность периода со среднесуточными температурами воздуха выше 0°С на севере Туркменистана составляет 263 дней, с продвижением на юг увеличивается до 365. В холодные годы число безморозных дней в Дашховузском оазисе менее 200 дн., на остальной равнинной территории – около 230-250. В отдельные годы их количество увеличивается от 210-230 на севере до 280-310 дней на юге. Характерная черта климата Туркменистана – не только высокие температуры воздуха, но и большая продолжительность солнечного сияния. В среднем за год на востоке Центральных и Юго-Восточных Каракумов оно достигает 2800-8100 ч, несколько уменьшается в прибрежной полосе и на северных

склонах Копетдага. В январе продолжительность солнечного сияния колеблется в пределах 100-150 ч, а в июле – 320-400 ч, или 90-93% возможной продолжительности. Солнечное сияние зависит от времени года и облачности; продолжительность дня меняется от 9 ч (зимой) и до 15 ч (летом).

Зимы в Туркменистане мягкие. Холодный месяц – январь, когда средняя температура составляет от -6°С до 3°С на юго-востоке и 5°С на юго-западе. Бывают случаи вторжения холодного сибирского антициклона, тогда морозы достигают -30°С – -36°С в южных районах и -17°С – -19°С на юго-западе и побережье Каспийского моря. В Туркменистане нет района, где бы не наблюдался снежный покров. Даже в самой теплой части юго-запада (Гызылетрек) в среднем бывает 5-6 дн. со снежным покровом (максимум 20 дн.). Влажность воздуха в январе – 70-75%.

Весной в Туркменистане начинается теплый, но не жаркий период, в достаточной степени обеспеченный естественным увлажнением за счет сохранившегося в почве запаса влаги от осадков зимнего периода, пополняющегося все время весенними осадками. Весенний сезон раньше всего (в среднем до 10 февраля) наступает в крайних юго-западных (Гызылетрек) районах. Продолжительность весны возрастает с севера на юг.

Наибольшая продолжительность весны наблюдается в юго-западных районах и длится 80-105 дн., последние заморозки прекращаются в южных районах в феврале, в северных – в половине марта. Количество весенних дней изменяется от 48 на севере до 80 на юге. Лето – жаркое и сухое – наиболее продолжительный сезон года, он длится около 100-150 дней с июня по сентябрь, наблюдается резкое уменьшение атмосферных осадков. В дневное время температура воздуха превышает 40°С, максимум – 46-49°С. С высокими показателями понижается влажность воздуха: в пустынных районах до 22-25%; на юго-востоке, в долине Амударьи до 37-40%; на юго-востоке – до 69%.

Наступлением осени считается дата перехода среднесуточной температуры через 20°С в сторону понижения, первые признаки ее наблюдаются во второй декаде сентября – первой декаде октября, продолжительность осени увеличивается с продвижением на юго – запад с 54 до 95 дней.

Среднегодовое число дней с сильным ветром (15 м/с) составляет от 3 до 48. По всей территории Туркменистана преобладают слабые и умеренные ветры (0,5 м/с).

По рельефу территория Туркменистана делится на две неравные части: горную и равнинную, которая составляет 80% земель и занята пустынями и полупустынями. Горные почвы относятся к зоне богатого земледелия различной обеспеченности и к пастбищам. Несмотря на высокое естественное плодородие этих почв, по условиям рельефа большая их часть не может быть использована в поливном хозяйстве.

На большей части равнинной территории развиты пустынные почвы аморфного ряда, к которым относятся песчаные пустыни, серо-бурые и такыровидные почвы и солончаки-шоры. В перечисленном ряду пустынных почв такыровидные почвы пригодны для орошаемого земледелия. Именно эти почвы в зоне Каракумского канала относятся к землям первоочередного освоения.

В долинах рек Туркменистана развиты почвы гидроморфного и переходного родов, это – луговые, луговые болотные, луговотакыровидные, лугово-сероземные почвы и вторичные солончаки. Более подходящими для выращивания кофе в Туркменистане являются земли в юго-западном округе, а именно в районах Гызылетрека, Гаррыгала, Эсенгулы, которые относятся к сухим субтропикам (табл. 2).

Климатические особенности юго-запада Туркменистана. Этот район с востока защищен западными отрогами Копетдага, отделяющими Западно-Туркменскую низменность от низменных Каракумов.

Атрекский район лежит в знойной сухой зоне, вытянутой вдоль долин рек Атрек и Сумбар. По сравнению с другими районами он очень богат тропическими ресурсами и характеризуется более высокой увлажненностью. Средняя температура самого теплого месяца (июля) – 28,4°С, а годовая температура – 16,6°С, в отдельные годы температура может достигать 48°С. Это самый теплый район, средняя температура января здесь изменяется от 3,6°С (Гаррыгала) до 5,2°С (Гызылетрек). Вегетационные зимы здесь отсутствуют. В 50% случаев минимальная температура воздуха зимой не опускается ниже -10°С – -11°С, и лишь в холодные годы она может понижаться до -16°С.

Таблица 2

Основные климатические показатели округов Туркменистана

Город, поселок	Средняя температура, ^{0}C			Годовая амплитуда температуры	Средняя из абсолютной		Длительность периода			$\sum_1$ >5	$\sum_1$ >10	Осадки, мм		Среднегодовая относительная влажность	Среднегодовой дефицит влажности воздуха
	январе	июля	годовая		минимум температуры	максимум температуры	без морозный	со среднесуточной температурой				сумма за год	за период VI-VIII		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Среднеамударьинекий															
Керки	2,2	29,4	16,2	27,2	-15	43	241	23	304	5763	5300	172	0,6	56	12,8
Чаршангы	3,4	32,2	12,0	28,6	-13	45	244	62	317	6384	5920	149	0,0	45	17,3
Каракумский восточный															
Репетек	1,1	31,2	16,1	30,1	-21	45	202	49	283	5719	5331	ИЗ	2,6	44	17,1
Караметт-Нияз	2,2	32,0	17,0	23,8	-14	-	222	52	301	6034	5603	140	0,0	-	-
Теджено-Мургабский															
Мары	1,7	30,0	16,1	28,3	-16	42	223	15	293	5717	5296	138	1,4	48	13,7
Теджен	1,2	30,3	16,4	24,9	-15	44	232	28	293	5700	5409	139	1,4	49	15,5
Прикопетдагский															
Ашгабат	1,4	30,7	16,3	29,3	-13	43	232	41	290	5788	5357	230	6,1	54	14,0
Гъзыларбат	0,1	30,9	15,9	30,6	-16	44	237	40	27S	5660	5660	205	11,2	54	13,9
Юго-Западный															
Эсенгулы	4,5	26,7	16,0	22,4	-7	39	259	-	333	5714	5054	196	13,8	71	7,0
Гызылетрек	5,2	28,5	17,1	23,3	-10	43	267		354	6228	5510	138	14,4	64	10,2

Количество безморозных дней – 236-267, а число дней со среднесуточной температурой выше 10°С доходит до 240-275. Сумма положительных температур изменяется от 5100 (в долине Сумбар) до 5500 (в районе Гызылетрека). Общая годовая сумма осадков – 188-269 мм, в холодный период – 107-149 мм и в теплый – 81-120 мм. Летние осадки составляют 13% годовой суммы. Это максимум для всех агроклиматических районов Туркменистана. Гидротермический коэффициент достигает 0,29 (Гаррыгала). Среднегодовая влажность здесь также выше, чем в других районах, при среднемесячном минимуме в августе – 39-56% и максимуме в январе – 68-75%.

Гызылетрекский район – наиболее благоприятен по почвенно-климатическим условиям для культивирования субтропических культур. Это единственный район на территории бывшего СССР, где произрастает финиковая пальма. Продолжительный и жаркий период вегетации обеспечивает вызревание и высокое качество плодов цитрусовых (лимонов, апельсинов, мандаринов).

Юго-западная территория Туркменистана является безводным районом, включая дельту и долину Атрека. В этой зоне развиты солончаки-шоры, солончаки остаточные и целинные, такыровидные, луговоболотные почвы, такыры типичные и солончаки типичные. Серо-бурые почвы встречаются в возвышенностях Кююки.

По климатическим показателям Гызылетрекский район наиболее близок к Йемену, где выращивается кофе самого высокого качества. Йемен относится к зоне тропического климата, но имеет более сухой континентальный климат, сезонные колебания температур в Сане составляют до 12°С, раз-

ница в дневных и ночных температурах также значительна и составляет более 25’’С. Теплый и даже жаркий день до 25°С сменяется в зимние месяцы холодными ночами, когда температура снижается до 4°С, а иногда даже ниже нуля, влажность доходит до 85-90%, осадки составляют 500 мм. На территории Йемена имеются горы и пустыни. Почва там состоит из горных красноземов, особенно красно-бурых, а также желтоземов. Растительность разнообразна: хлопчатник, различные виды проса, кунжут, конопля, финиковая пальма, персик, гранаты, слива, орехи, бананы, ряд бахчевых и овощных культур. Имеются и принципиальные различия между климатическими условиями Туркменистана и Йемена. На рис. 1 представлен температурный ход наружного воздуха в течение года в районах выращивания кофе.

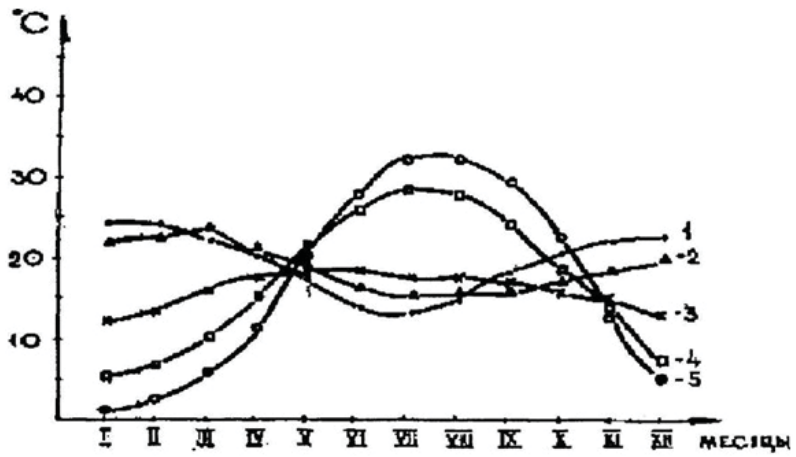


Рис. 1. Температурный ход наружного воздуха в течение года в районах, где выращивают кофе

Сопоставление этих данных и всех параметров, изложенных выше, свидетельствует, что выращивание кофе в открытом грунте в условиях Туркменистана не представляется реальным, строительство же теплицтребует больших капитальных затрат и значительных эксплуатационных расходов, в основном на отопление. Расходы, связанные с отоплением теплицы в холодный период, довольно высоки – около 50-60% от суммы затрат, поэтому возникает вопрос о возможности создания теплиц, которые бы отапливались за счет дешевых природных ресурсов местности. В частности, для Туркменистана использование теплицы с солнечным обогревом в некоторой степени снизит себестоимость тепличной продукции.

Принцип работы солнечной теплицы и существующие конструкции

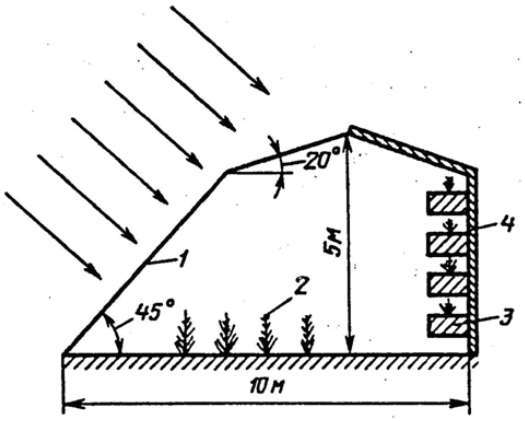
Название «солнечная теплица» (гелиотеплица) свидетельствует, что источником тепла в ней является солнечная энергия. Перед исследователями в настоящее время ставится задача создать гелиотеплицу с максимальным использованием солнечной энергии так, чтобы можно было создать оптимальный микроклимат для нормального роста и развития растений.

Процесс теплообмена в солнечной теплице довольно сложен: лучи солнца, проникая сквозь стекло внутрь теплицы, падают на почву и нагревают ее поверхность. Часть тепла передается вглубь почвы, часть излучается ею в припочвенный слой воздуха. Воздух в теплице нагревается в первую очередь от почвы. Тепло, проникшее в нижние слои почвы, ночью, благодаря теплопроводности и конвекции, снова используется для обогрева теплицы. Длинноволновое тепловое излучение почвы внутри теплицы достигает стеклянной кровли, при этом часть тепловых лучей вновь отражается стеклом внутрь сооружения, а остальная часть поглощается стеклом, согревая его и воздух в теплице.

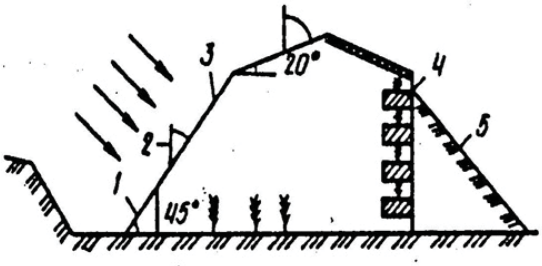
Существуют различные типы гелиотеплиц (рис. 2): с фунтовым аккумулятором тепла, с замкнутым влагооборотом, с опреснителем, с автономным энергообеспечением, блочная (пленочная, стеклянная) и т.д.

Были сделаны попытки выращивать кофейные деревья в гелио- теплицах с грунтовым аккумулятором тепла. Эта гелиотеплица представляет собой сооружение с оди-

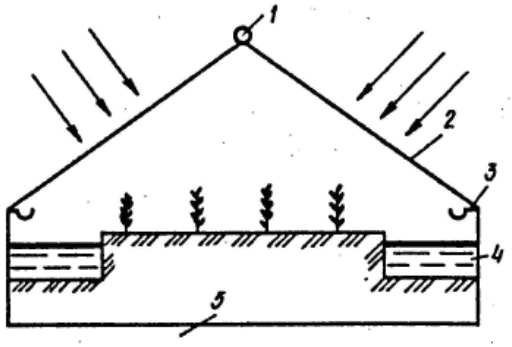
нарным остеклением, обращенным на юг, основная часть которого расположена под углом в 45° к горизонту, а вспомогательная – под углом в 20°. Северная сторона теплицы теплоизолирована, вдоль нее располагается грунтовый аккумулятор тепла, который выполнен в виде корыт-полок, заполненных влажным грунтом.



Гелиотеплица с грунтовым аккумулятором тепла: 1 – остекление; 2 – растения; 3 – полки (аккумулятор); 4 – ограждение



Гелиотеплица с автономным энергообеспечением: 1 – опреснитель; 2 – форточки; 3 – остекление; 4 – полки; 5 – земля



Двухскатная теплица полууглубленного типа: 1 – охлаждающая система; 2 – остекление; 3 – сборники конденсата; 4 – бассейн; 5 – почва

Рис. 2. Конструкции солнечных теплиц

На случай затяжной облачной погоды или продолжительных морозов в теплице предусмотрена система аварийного обогрева. Площадь опытной теплицы – 100 м^2.

Как показали проведенные эксперименты, в гелиотеплице с грунтовым аккумулятором тепла кофейное дерево не растет. Поэтому ставилась задача создать гелиотеплицу специальной конструкции для выращивания кофейного дерева с учетом необходимых для него параметров. До настоящего времени такой теплицы ни у нас, ни за рубежом нет.

Наиболее подходящим сооружением для выращивания кофе является теплица траншейного типа (рис. 3), построенная в Научно-производственном объединении «Солнце» АН ТССР в 1980 г.

Солнечная теплица траншейного типа имеет Г-образную форму, состоит из двух секции А и Б, ориентированных осями на восток – запад (секция А) и север – юг (секция Б).

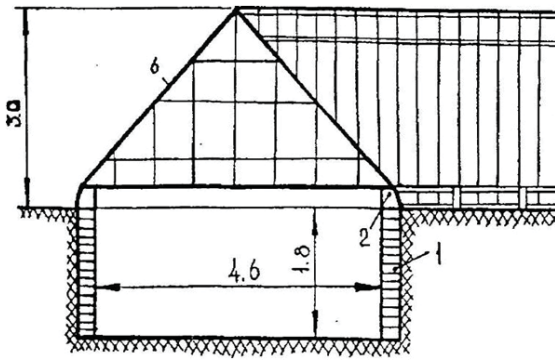


Рис. 3. Гелиотеплица траншейного типа: 1 – стена; 2 – стойка; 3,4 – проточные и вытяжные форточки; 5 – затеняющее устройство

Теплотехнические расчеты для создания микроклимата солнечной теплицы для выращивания кофейных деревьев

На процесс формирования температурных и влажностных условий почвы, стен, воздушной стены теплицы оказывают влияние следующие факторы:

1) метеорологические – интенсивность солнечной радиации, температура наружного воздуха и его влажность, скорость ветра, облачность, атмосферные осадки, прозрачность неба, температура и влажность подстилающей почвы и др.;

2) конструктивные и теплотехнические характеристики самого сооружения – коэф-

фициенты ограждения, объема, прозрачность конструкций ограждения, кратность воздухообмена, герметичность, ориентация, наклон и тип сооружения, материал ограждения и т.д.;

3) теплофизические характеристики воздушной среды, ограждения, почвы, стен – теплопроводность, теплоемкость, плотность, коэффициент поглощения, альбедо поверхности почвы, стен и др.;

4) тепломелиоративные системы сооружения – почвенное и воздушное отопление, вентиляционные устройства, полив, аккумуляция тепла и др.

Таким образом, анализируя факторы, определяющие условия обмена в инженерных сооружениях со светопрозрачными ограждающими конструкциями, необходимо выделить главное и принять следующие упрощения:

а) теплица рассматривается как некоторое пространство, заполненное однородным газом и ограниченное с одной стороны поверхностями почвы и стен, а с другой – светопрозрачным ограждением, представляющим собой оболочку или пластину;

б) почва и стены рассматриваются в виде полуограниченного, термически однородного массива;

в) воздушное пространство теплицы рассматривается как некоторая среда с равномерно распределенным источником, температура которой не зависит от пространственных координат и является лишь временной функцией;

г) свегопрозрачные ограждения теплицы являются своеобразным оптическим экраном, определяющим вхождение солнечной радиации;

д) все метеорологические факторы являются лишь временными функциями.

Рассмотрим схему физического процесса нагрева теплицы траншейного типа (рис. 4).

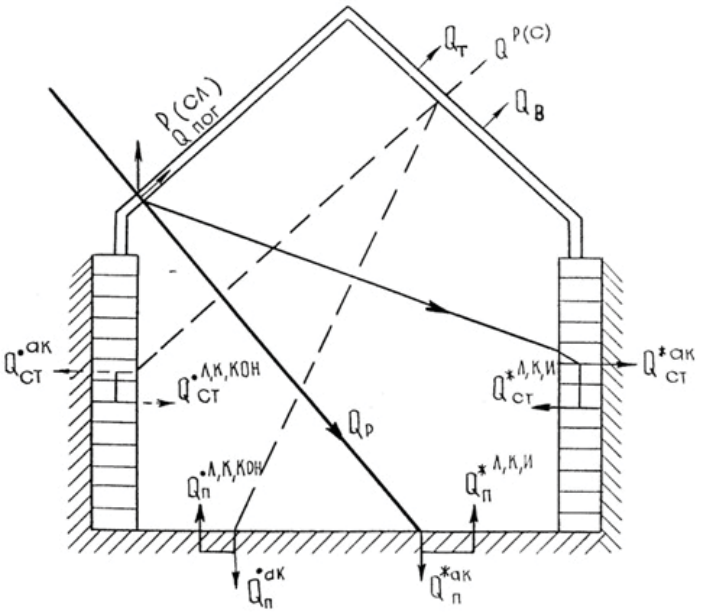


Рис. 4. Схема преобразования солнечной радиации в физические процессы в траншейной солнечной теплице

Систему уравнений тепловых балансов можно представить в следующем виде:

- для воздушной среды:

$$dQ_{об} + dQ_р^{\Sigma} - dQ_п - dQ_в - dQ_п - dQ_{ст} - dQ_а = 0; \qquad (1)$$

- для поверхности почвы освещенной и неосвещенной частей сооружения при отсутствии растительного покрова:

$$dQ_{п}^{*} = dQ_{п}^{\Sigma} - dQ_{п}^{*л} - dQ_{п}^{*к} - dQ_{п}^{*и}; \quad (2)$$

$$dQ_{п}^{\cdot} = dQ_{п}^{р} + dQ_{п}^{\cdot л} + dQ_{п}^{\cdot к} + dQ_{п}^{\cdot кон}; \quad (3)$$

- для поверхности стены освещенной и неосвещенной частей:

$$dQ_{ст}^{*} = dQ_{ст}^{\Sigma} - dQ_{ст}^{*л} - dQ_{ст}^{*к} - dQ_{ст}^{*и}; \quad (4)$$

$$dQ_{ст}^{\cdot} = dQ_{ст}^{р} + dQ_{ст}^{\cdot л} + dQ_{ст}^{\cdot к} + dQ_{ст}^{\cdot кон}; \quad (5)$$

Общее решение.

Решение уравнений (1-5) является достаточно сложной задачей и имеет вид:

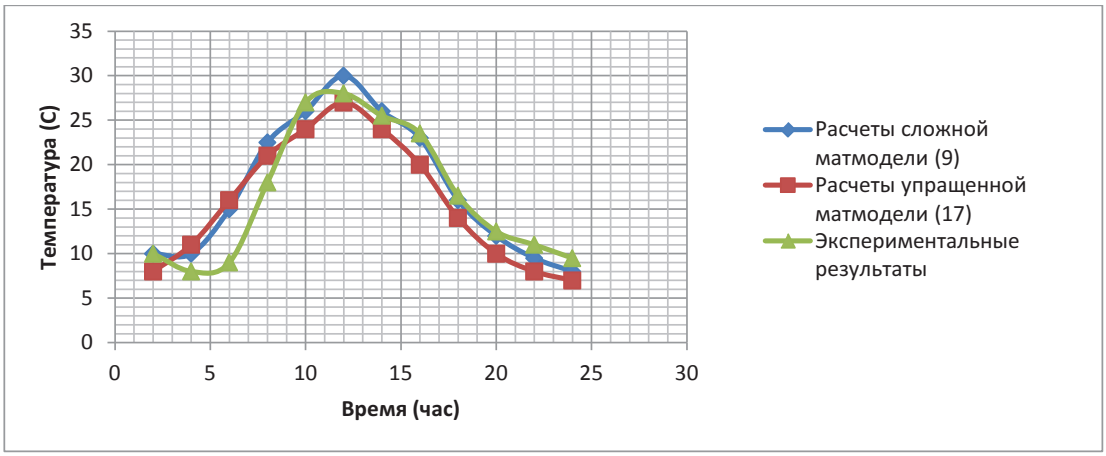
$$\theta_{в} = \int_{0}^{\tau} F(\sigma)\exp[-h(\tau-\sigma)]d\sigma - \sum_{i=1}^{4}\frac{B_i}{R_i} \quad (9)$$

Иногда для решения разнообразных практических задач (например, для определения срока эксплуатации сооружений защищенного грунта в той или иной климатической зоне, или для прогнозирования температурных условий в культивационных сооружениях при определенной метеорологической обстановке, или при проектировании подобных сооружений) требуются более упрощенная математическая модель и метод расчета основных теплотехнических параметров.

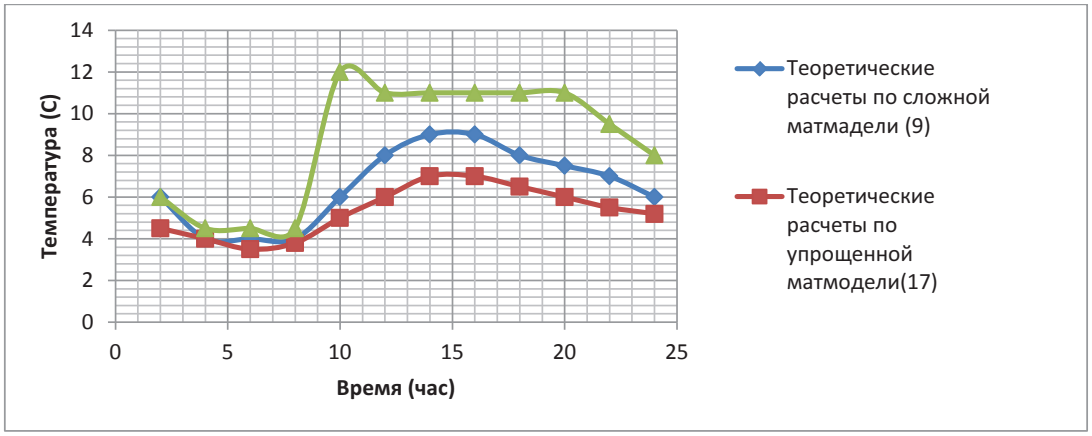
При дальнейших рассуждениях принимаем, что связь между освещенной и неосвещенной частями почвы и стены осуществляется за счет постоянства температуры воздуха во всем объеме теплицы, тепловое взаимовлияние отдельных узлов конструкции происходит через воздух, заполняющий теплицу.

Сопоставление результатов расчета. Для подтверждения достоверности и применимости метода расчета и принятых упрощений сопоставлены результаты расчета и опытные данные.

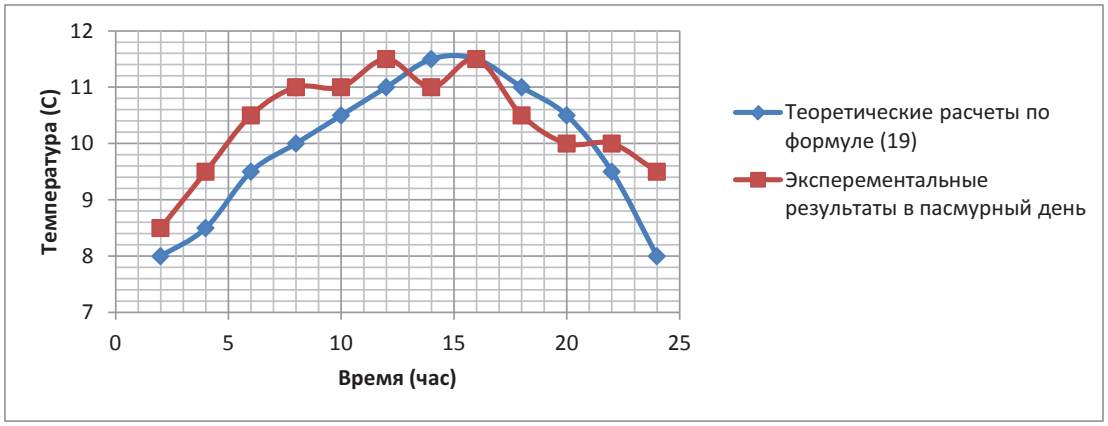
Обеспечение практического расчета. Предлагаемая сложная методика расчета дает более точное решение с погрешностью 14,6%, а упрощенная модель – 19,1% для солнечного и, соответственно, 32,7 и 49,8% для пасмурного дня (рис. 5 а, б, в, г).



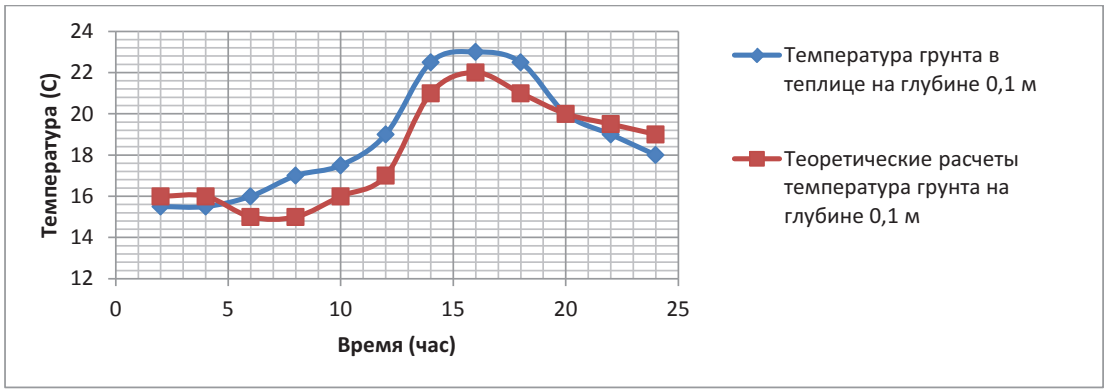
а) температура воздуха рассчитаны по сложной и упрощенной математической модели в солнечный день



б) температура воздуха рассчитаны по сложной и упрощенной математической модели в пасмурный день



в) температура почвы теоретические расчеты и экспериментальные результаты на глубине 0,1 м солнечный день



г) температура почвы теоретические расчеты и экспериментальные результаты на глубине 0,1 м пасмурный день

Рис. 5 (а, б, в, г). Сопоставления теоретических расчетов и результатов экспериментальных исследований

Результаты натуральных испытаний по созданию микроклимата солнечных теплиц

При создании микроклимата для выращивания кофейных деревьев нужно было изучить в первую очередь радиационный режим и режим освещенности теплицы предложенной конструкции. Затем исследовался температурно-влажностный режим сооружения по сезонам года. Исследования теплиц проводились в различных вариантах:

1. при отсутствии растительности;
2. с растительностью и в стадии полива и без него;
3. с затенением и без него (зимний период).

Радиацию измеряли актинометром, освещенность – люксметром, температуру – термографом, относительную влажность – гигрографом, проверка точности приборов осуществлялась в Управлении гидрометслужбы Туркменистана.

Радиационный режим и режим освещенности. Рассмотрим радиационный режим, режим освещенности без затенения и с затенением в зависимости от ориентации в характерный летний день.

В теплице с затенением поглощается 94% всей радиации, а освещенность понижается на 60%. Результаты приведены на рисунках 6-8.

Исследования температурно-влажностного режима теплицы ведутся с 1981 по 1989 годы, в настоящее время ведутся исследования агротехники возделывания дынного дерева (Carica papaya L.) и технология получения из млечного сока отечественных медицинских препаратов. Многолетними экспериментами установлено, что температурно-влажностный режим весеннего и осеннего периодов вполне отвечает условиям выращивания кофейного дерева. Выращивание его в летний и зимний периоды года требует дополнительных мероприятий. Приведем самые критические дни, которые имели место в летний и зимний сезоны года.

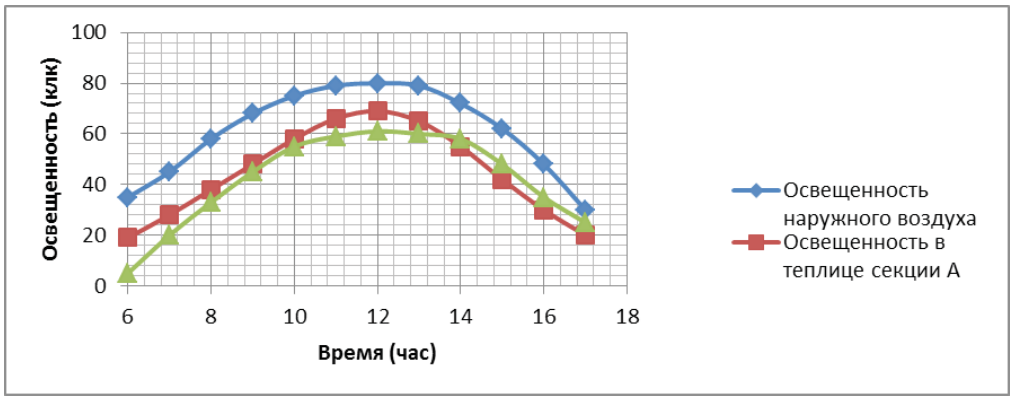
Температурный режим. Рассмотрим распределение температуры воздуха в теплице на высоте 1,88 м при различных условиях (рис. 7):

a) без затенения и с закрытыми форточками (температура воздуха в теплице очень высокая и растения не могут расти в таких условиях, в этом случае необходима вентиляция);

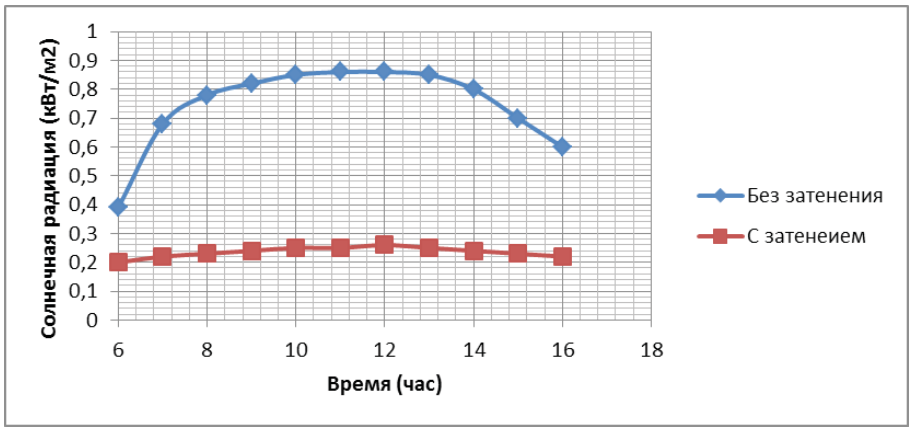
b) без затенения с открытыми форточками (температура воздуха в теплице снижается на 5-6°, эти мероприятия также не обеспечивают необходимых условий для роста и развития растений);

c) с затенением и открытыми форточками (температура воздуха внутри теплицы на 1-2° выше температуры наружного воздуха, следовательно, перегрев можно снять, используя затенение и проветривание);

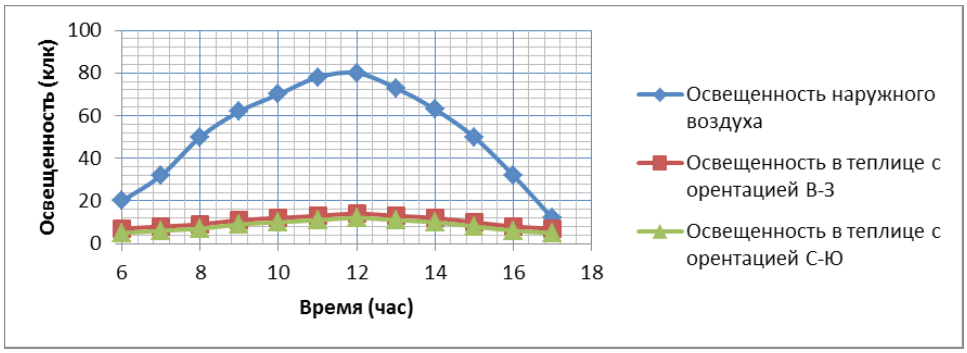
d) из многочисленных экспериментальных данных были выбраны два зимних дня с одинаковыми климатическими параметрами (рис. 8). Опыты показали, что температура в зимний период может снижаться ниже нуля градусов (см. рис. 8 а), поэтому необходим дополнительный обогрев.



а) освещенность в наружи в теплице без затенения

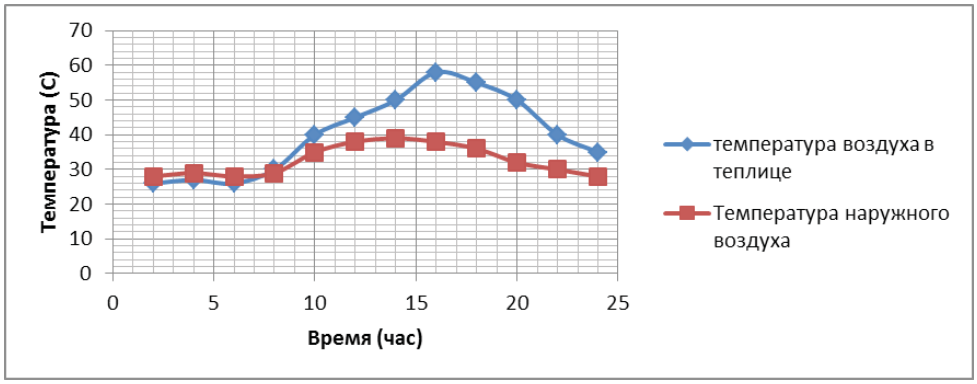


б) солнечная радиация наружи и с затенением в теплице

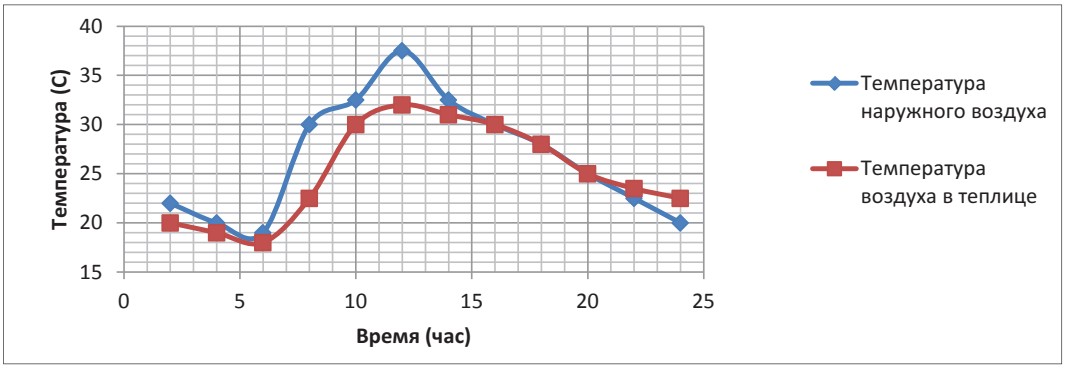


в) освещенность в наружи в теплице с затенением

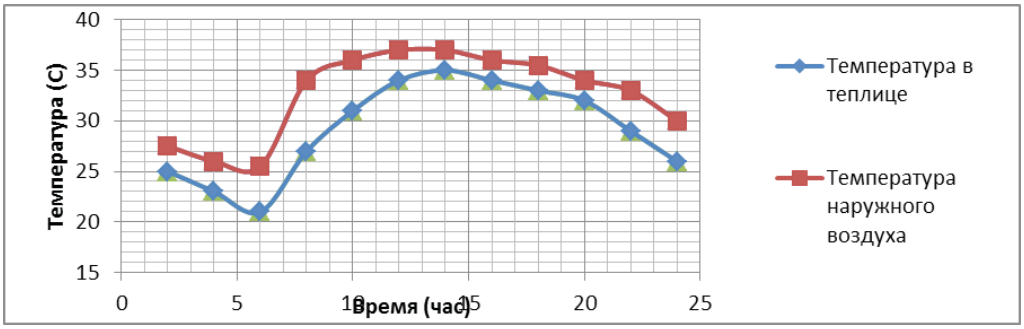
Рис. 6. Ход солнечной радиации и освещенности в характерный летний день в теплице и вне ее



а) температура наружного воздуха и в теплице без растительности

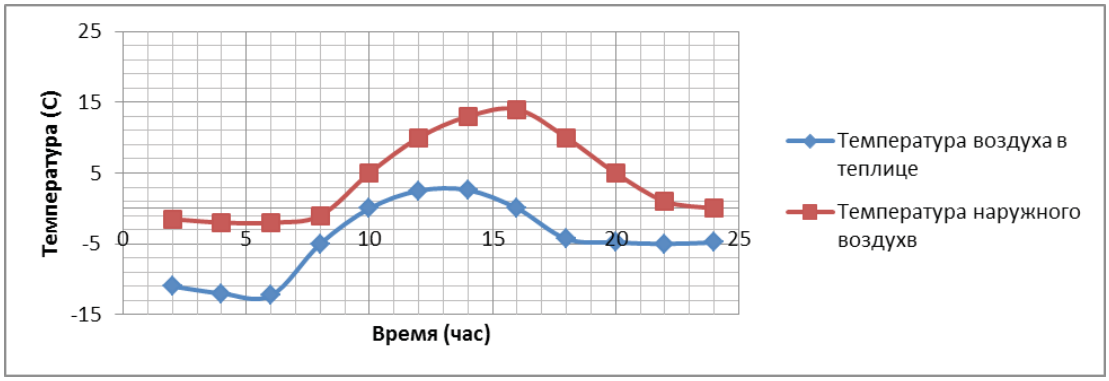


б) температура наружного воздуха и в теплице с растительностью без затенения

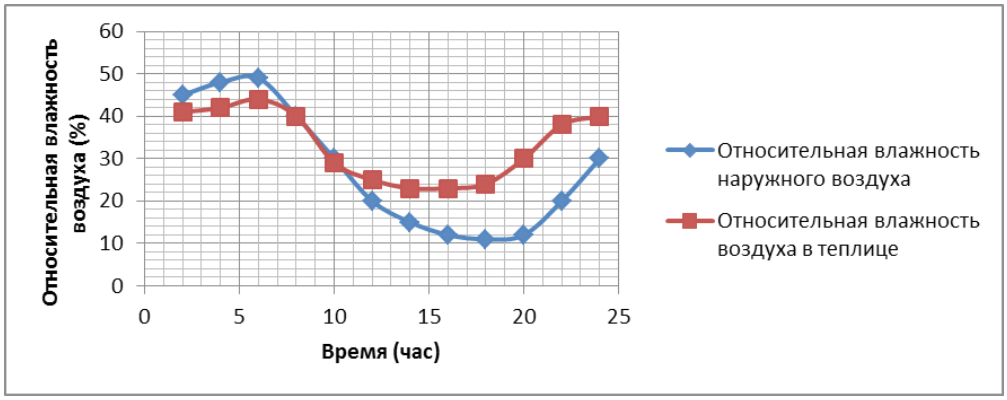


в) температура наружного воздуха и в теплице с растительностью и затенения

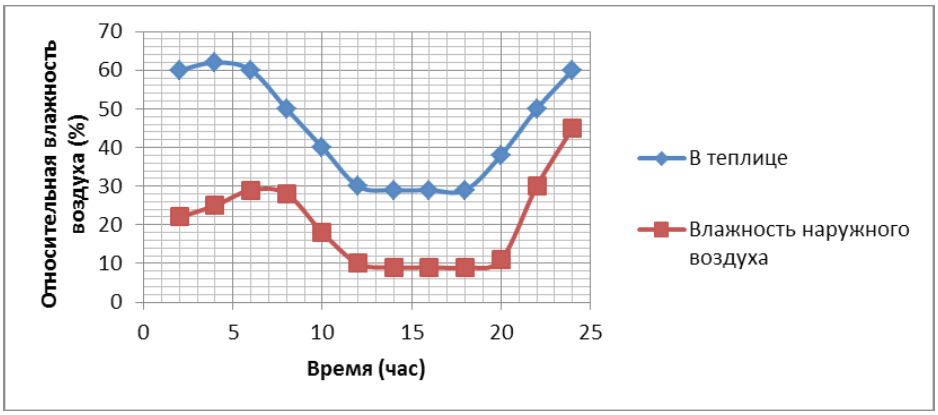
Рис. 7. Распределение температуры воздуха на высоте 1,88 м в теплице и вне ее



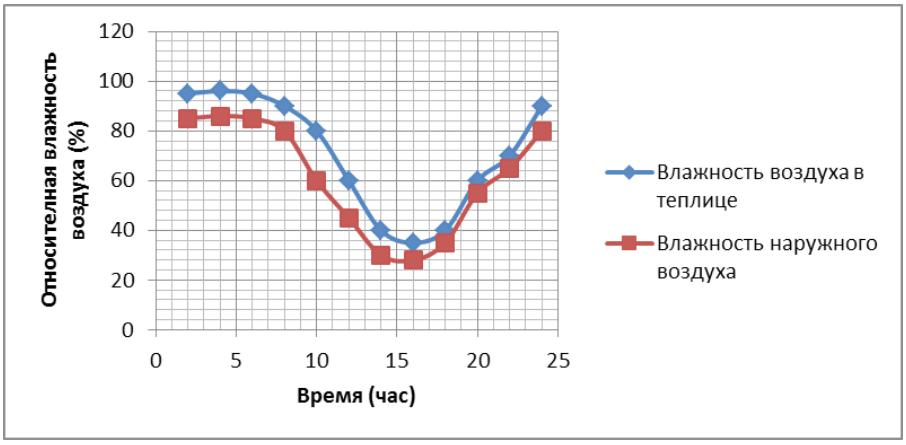
а) температура наружного воздуха в зимний солнечный день в теплице и вне ее



б) относительная влажность воздуха в теплице и вне ее без растительностью в летний день



в) относительная влажность воздуха в теплице и вне ее с растительностью в летний день



г) относительная влажность воздуха в теплице и вне ее без растительностью в зимний день

Рис. 8. Распределение температуры, относительной влажности воздуха на высоте 1,88 м в теплице и наружного воздуха

Данные нашего расчета в зимний период года при экстремальных условиях свидетельствуют, что потребуется дополнительно 910 кВт/ч электроэнергии, а за счет солнечной энергии и энергии грунта можно покрыть лишь 36,6% всех энергозатрат.

Влажностный режим. Рассмотрим (см. рис. 8 а, б, в,) изменение относительной влажности воздуха в теплице и наружного воздуха в летний и зимний дни при условии:

а) отсутствия затенения, растительности и полива влажность ниже на 20-30% (в этом случае ее необходимо повысить);

б) с поливом и растительностью влажность возрастает до 40-60%, что вполне удовлетворяет требованиям кофейного дерева;

в) изменения влажности воздуха в зимний день, что полностью отвечает требованиям роста кофейного дерева.

Таким образом, каждое агромелиоративное мероприятие влияет на формирование микроклимата в теплице для выращивания кофе: вентиляция снижает температуру летом на 5-6°С, затенение – на 10-12°.

Результаты экспериментальных исследований по выращиванию кофейных деревьев

В нашей стране насаждения кофе отсутствуют, но в некоторых научно-исследовательских учреждениях велись и ведутся опытные работы по выращиванию различных сортов кофе и делаются попытки из полученных гибридных сеянцев получить растения, пригодные для возделывания в условиях той зоны, где ведется исследование.

С 1941 г. проводятся опыты по возделыванию кофейных деревьев. В 1949 г. журнал Всесоюзного научно-исследовательского института чая и субтропических культур опубликовал статью Камаринского, где он ставил вопрос о возможности выращивания кофе в СССР. В 1955 г. в Сухуми на Всесоюзной селекционной станции влажно субтропических культур велась работа по освоению кофе. В высокогорных районах о. Резнье были получены плоды гибридного дерева «арабики» и мавританское кофе. Но семена, выращенные из этого гибрида, по внешним морфологическим признакам сильно походили на культурную «арабику». К сожалению, потом работы были приостановлены. Полученные гибриды (их надземная часть) при температуре -4°С погибли. В 1955 г. они вновь расцвели и 15 деревьев плодоносили, было собрано 150 плодов (рис. 9). Дальнейшая работа велась с целью посева деревьев в открытом грунте и получения морозоустойчивых сортов.

Рис. 9. Плоды кофейного дерева

Азербайджанский ботанический сад Института ботаники вел свою работу по разведению кофейных деревьев, начиная с 1952 г. Материалом для посадки явились пятилетние деревья, привезенные из Сочинской опытной станции. Пять лучших сортов (бразильских) кофейного дерева – Кенте, Бурбон, Маралоганс, Ремон, Комуня – в состоянии плодоношения были посажены в грунт каменного бассейна в оранжерее, в смесь компоста с лесной землей, навозом и садовой местной землей.

Все растения принялись. С 1953 по 1955 гг. в зависимости от сорта кофейные деревья в течение летних и осенних месяцев (с июля по сентябрь) обильно цвели, иногда по 2-3 раза в год. Плоды созревали через год после цветения. Все эти деревья цвели и плодоносили. Было выращено 242 растения, которые развивались удовлетворительно. Из семян, выращенных в 1952 г., посадили деревья, которые частично зацвели в июне-августе 1955 г. За два года они выросли на 50 см, а за три – на 75 см и дали первые плоды.

В настоящее время в опорном пункте Главного ботанического сада г. Гагры на высоте до 100 м над уровнем моря в теплице произрастает несколько деревьев арабского кофе, которые имеют нормальное развитие и уже плодоносят. Значит, снижение атмосферного давления не оказывает особого влияния на рост кофе. Основное значение для его выращивания имеет температура. В Гаграх зимой деревья укрывают бамбуковыми циновками.

После изучения возможностей выращивания и формирования микроклимата в теплице траншейного типа в 1983 г. были посажены кофейные деревья сортов «арабика» и «либерика». Почва в Ашхабаде м. Бикрова на базе Научно-производственного объединения «Солнце», где мы высаживали кофейные деревья, относится к светлым сероземам с достаточно рыхлой структурой. Сероземы по механическому составу представлены преимущественно легкими и средними крупно пылеватыми суглинками. Нами проанализированы: механический состав, водная вытяжка, определены агрохимические свойства почвы. Установлено, что особенностью химического состава являются высокая карбонатность и малогумусность. Содержание фосфора колеблется от 0,1 до 0,3%, калия – от 2 до 3%. Емкость поглощения невысокая и составляет от 10 до 20 мг-мкв на 100 г почвы. Из обычных катионов преобладают Ca, Mg и небольшое количество K, Mn, причем, кальция больше. Большое значение имеет pH почвы. Для сравнения проанализирована почва в теплице, установлено, что ее pH = 8,1. После проведения этого анализа в почву внесены коровий навоз, отличающийся кислой реакцией, суперфосфат, железо в виде окислов, аммиачная селитра. Реакция почвы снизилась и составила 7,1 – 7,3, что удовлетворяет требованиям кофейного дерева к pH почвы при высадке зерен и саженцев. После этого были высажены кофейные деревья.

Уход за саженцами проводится следующим образом.

1. Летом, один раз в день, с утра производилось опрыскивание в виде дождевания, а полив – один раз в неделю. Зимой, весной и осенью полив производился в зависимости от влажности почвы.

2. Органоминеральная подкормка проводилась через 10 дней в весенний и летний периоды. Саженцы в основном поливались навозной жижей, выстоянной на солнце в течение нескольких дней, раствором суперфосфата из расчета 10 г на ведро воды. Один раз в месяц вносились микро- и макроэлементы Mn, Cu, Fe и др. Перед подкормкой производилось рыхление почвы. Почву подкисляли серной кислотой из расчета 2 г на 10 л воды.

3. Раз в неделю саженцы очищали от оранжевой щитовки.

В качестве заменителя использовали дынное дерево (папайю), широко распространенное в тропическом климате, плоды которого обладают пищевыми и лекарственными свойствами. Зарубежные фирмы из млечного сока дынного дерева выпускают лекарственные препараты: лекозим, лекопаин, репидаза, карпазим, кариказа и др.

По результатам наблюдений построено уравнение регрессии, которое имеет вид

$$U = -0{,}0046 - 0{,}00028x + 0{,}0012y + 0{,}0082\upsilon \qquad (20)$$

и адекватно воспроизводит эти результаты (рис. 10).

Поэтому с помощью уравнения регресии можно прогнозировать рост кофейного дерева, зная параметры воздуха (температуру и влажность). В настоящее время посаженные нами деревья растут и развиваются нормально.

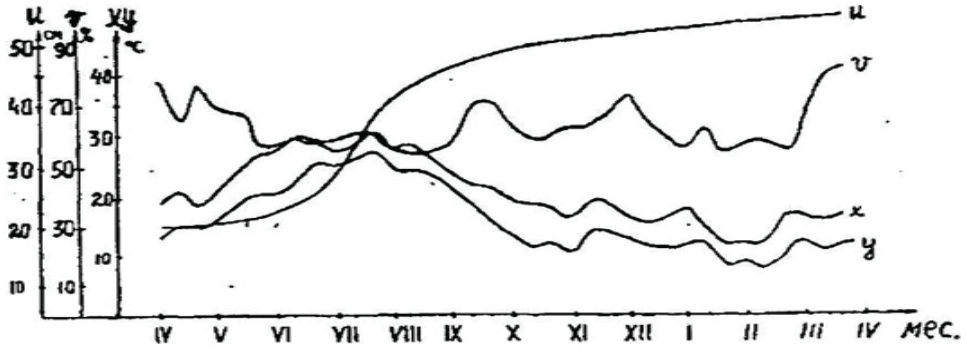


Рис. 10. Распределение минимальной температуры (y), средней температуры (x), относительной влажности воздуха (V) и роста кофейного дерева (U) по декадам в течение года

Выращивание кофе в домашних условиях

Любители кофе могут вырастить его в домашних условиях. Растение размножается семенами и черенками. Для посадки отбирают семена высокоурожайных сортов и сеют сразу же после очистки от мякоти. Посев можно производить в комнатных тепличках. Расстояние между рядами 8-12 см, глубина заделки семян – 2-3 см, расстояние между семенами – 2 см. Рядки, где высеяны семена, необходимо мульчировать древесным углем, растертым в порошок. Всходы появятся через 30-40 дней, а через 8-10 мес. сеянцы кофе готовы к посадке на постоянное место – в цветочный горшок или кадку. Небольшое количество семян кофе (5-10 шт.) нужно сразу проращивать в обычном цветочном горшке, а затем рассадить на постоянное место. В качестве почвы можно использовать хорошо перешивающий навоз в смеси с песком. В период проращивания семян почва поддерживается в умеренно влажном состоянии. Полив осуществляют пульверизатором или путем дождевания. Кофе можно размножить черенками. Черенкование необходимо проводить при постоянно высокой температуре (28-30°С) в комнатной тепличке, иначе укоренение будет проходить очень слабо и корешки вовсе не образуются. В качестве черенков для укоренения используются верхушечные веточки с супротивно расположенных листьев, делается косой нижний срез на черенке, на 2 см ниже первой пары листьев. Для лучшего образования корней перед посадкой нижние концы черенков выдерживаются 5-8 ч в растворе гетероауксина (1/4 таблетки на 200 г воды), нижний срез перед посадкой припудривается древесной золой во избежание загнивания черенка, затем вводится до первых листьев и накрывается стеклянной банкой. Через месяц образуются каллюс, а еще через месяц – корешки.

Как уже отмечалось, кофе – один из самых раноплодоносящих растений мира. При хорошем уходе первые цветки могут появиться в период плодоношения, наиболее продуктивным плодоносящим является период от 6 до 30 лет. Кофейное дерево в комнатных условиях при хорошем уходе может давать ежегодно 0,3-0,5 кг семян. В зимний период уход за кофейными растениями имеет свои особенности. Так как это тропическое растение, температура воздуха в помещении длительное время должна поддерживаться в пределах 15-18°С (но не ниже 5-8°С), иначе рост кофейного дерева останавливается, листья на растениях начинают буреть, отмирать, могут полностью осыпаться. Чтобы избежать перегрева растений, их необходимо установить на некотором расстоянии от отопительных приборов (печей, радиаторов, плит). Зимой, в период длительных пасмурных дней, желательно вечером дополнительно освещать растение. По мере легкого подсыхания верхнего слоя почвы в горшках и кадках надо проводить полив водой комнатной температуры, или на 2-3° выше. Кроме того, растения нуждаются в опрыскивании кроны чистой водой также комнатной температуры. Пересаживать растения кофе надо ежегодно в посуду большого диаметра, не повреждая корневой системы. С наступлением устойчивой теплой погоды (не ниже 12-14°С) растения кофе полезно вынести во двор или на открытый балкон. Так как в Туркменистане много солнца, кофе надо располагать в тени и в летний период часто поливать.

Удобрения вносят в растворенном виде так же, как и в другие культуры. Первый полив питательными смесями производится после выхода растений из зимовки раствором из расчета 3 г калийной соли и 5 г аммиачной селитры на 1 л воды. На одно растение в зависимости от его роста расходуется до 1 л воды с растворенными в ней питательными веществами. Через 10-14 дней после полива питательной смесью производится полив навозной жижей – 1 л сметановидной смеси на ведро воды, а затем через такое же время – раствором суперфосфата (10 г суперфосфата на 1 л воды: прокипятить, охладить и поливать настоем), еще через 10 дней – раствором аммиачной селитры и калийной соли (3 г на 1 л воды), а затем через 7-10 дней – навозной жижей. Конечно, при подкормке надо быть очень внимательным: при появлении ожогов на листьях необходимо прекратить подкормку.

Кофе любит кислую почву, а почва в Туркменистане щелочная, желательно подкислить почву до pH 5-6 (торфом, перегноем листьев и т.д.).

Часто на саженцах и на деревьях появляются вредители, в том числе кофейная щитовка, ее необходимо уничтожать.

Список литературы

1. Бердымухамедов Г.М. Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Том 1. – А.: Туркменская государственная издательская служба, 2010.

2. Байрамов Р.Б., Рыбакова Л.Е., Пенжиев А.М. и др. Математическая модель для описания теплового режима гелиотеплицы траншейного типа // Гелиотехника. – 1988. – №2. – С. 40-44.

3. Байрамов Р.Б., Рыбакова Л.Е., Пенжиев А.М. и др. Обобщенная математическая модель для описания термических режимов культивационного сооружения траншейного типа // Известия АН ТССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук. – 1985. – № 3. – С. 12-17.

4. Байрамов Р.Б., Рыбакова Л.Е. Микроклимат теплиц на солнечном обогреве. – Ашхабад: Ылым, 1983.

5. Данильянц И.Э., Пенжиев А.М., Карпаев К. Построение регрессивной зависимости от агрометеорологических факторов развития кофейного дерева в теплицах // Известия АН ТССР. Сер. биол. наук. – 1984. – № 6. – С. 68-71.

6. Дзагания А.М. Болезни кофейного дерева и меры борьбы с ними в Республике Куба // Субтропические культуры. – 1981. – № 6. – С. 137-140.

7. Диначев Л. Азотное питание плодов в условиях Кубы // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1983. – № 5. – С. 6-48.

8. Зерна раздора // Комсомольская правда. – 1988. – №16 августа.

9. Максимец В.П. Контроль качества напитков. Общественное питание. – М.: Экономика, 1988.

10. Нагарный В.Д. Система удобрений тропических плантационных культур и борьба с вредителями. – М., 1976.

11. Нахмедов Ф. Технология кофепродуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

12. Пенджиев А.М. Разработка, создание и исследование гелиотеплицы траншейного типа для выращивания кофейных деревьев: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ашхабад, 1987.

13. Пенджиев А.М. Шипа биринжи ичги. – Ашхабад: Туркменистан, 1990.

14. Пенджиев А.М. Агротехника выращивания дынного дерева (Carica papay L.) в условиях защищенного грунта в Туркменистане: автореф. дис. … д-ра наук. – М., 2000. – 54 с.

15. Пенджиев А.М. Изменение климата и возможности уменьшения антропогенных нагрузок: монография. LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 166 с.

16. Пенджиев А.М. Экологические проблемы освоения пустынь: монография. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 226 с.

17. Пенджиев А.М. Напиток вечной бодрости. Издательство «Ridero», 2015. – 132 с.

18. Рыбакова Л.Е., Пенджиев А.М. Возможность выращивания t кофейного дерева в условиях Туркмении. – Ашхабад: Туркмен-НИИНТИ, 1987.

19. Рыбакова Л.Е., Пенджиев А.М. Тепловой режим гелиотеплицы траншейного типа // Гелиотехника. – 1988. – № 2. – С. 40-44.

20. Рыбакова Л.Е., Пенджиев А.М. Рекомендации по выращиванию кофейных деревьев в условиях солнечной теплицы. – Ашхабад: ТуркменНИИНТИ, 1990.

21. Рыбакова Л.Е., Пенджиев А.М. Гелиотеплицы // Сельский механизатор. – 1985. – С. 31-33.

22. Синягин И.И. Тропическое земледелие. – М.: Колос, 1968.

23. Узунов И.С. Болезни тропических плодовых культур и борьба с ними. – М.: Колос, 1983.

24. Источник: greenrussia.ru/news/sreda/1385-potreblenie-kofe-v-mire.html.

25. Источник: USDA