

## Сельскохозяйственные науки

УДК 621.383; 621.472; 634.651; 616.-073-756.8

# ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ХОХОБЫ В УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

**А. М. Пенджиев**, Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
(Туркменистан, Ашхабад).

**Аннотация.** Рассмотрены возможности вынашивания для освоения пустыни Каракумы, кратко описаны биотехнологические особенности, происхождение и распространение растения хохоба, его свойства и состав масла. Приведены полученные эмпирические зависимости из составленных уравнений теплового баланса по температуре, влажности, испарения с поверхности воды и почвы по декадным в течение года в условиях гелиотеплицы и экспериментальные результаты исследования вынашивания в условиях аридной экосистеме Туркменистана.

**Ключевые слова:** аридная экосистема, биотехнологические особенности, хохоба, микроклимат, солнечная теплица, интродукция, Туркменистан.

## WATER-POWER MODE FOR CULTIVATION OF JOJOBA IN CONDITIONS OF TURKMENISTAN

**Abstract.** Possibilities of cultivation for desert Kara Kum development are considered, biotechnological features, an origin and distribution of Jojoba, its properties and oil structure are short described. The author received the empirical dependences from the made equations of thermal balance on temperature, humidity, evaporation from a water surface and soil on decade within a year in the conditions of a solar hot-house and experimental results of research of cultivation in the conditions of an arid ecosystem of Turkmenistan.

**Keywords:** arid ecosystem, biotechnological features, jojoba, microclimate, solar hothouse, introduction, Turkmenistan.

### Введение

Актуальность проблемы. Президент Туркменистан Гурбангулы Бердымухамедов придает особое значение решению проблем деградации земель, проводит мероприятия по мониторингу опустынивания, рациональному использованию и улучшения пастбищ, разведению и восстановлению лесов, закреплению и облесению подвижных песков, рациональному использованию и мелиорации орошаемых земель, развитию приоритетных научно-технических направлений. Инвестируются средства в рациональное использование и охрану водных ресурсов, другие природоохранные мероприятия. Одним из проблем освоения пустыни это закрепление и облесения подвижных песков решением этих вопросов можно частично с помощью интродукций некоторых засухо стойких и кормовых сельскохозяйственных культур как хохоба [1,2].

## 1. Биотехнологические особенности культуры хохоба

Краткое ботаническое описание растения. Хохоба, иначе называют Жожоба (Jojoba) или Китайский буксус (*Simmondsia chinensis* L.) - двудомный сильно ветвистый вечнозеленый кустарник 1—2 м (отдельные особи могут вырастать до 3 м) высотой с сидячими, супротивными, цельными листьями. Цветки мелкие, однополые, лишенные лепестков. Мужские цветки несут 10—12 тычинок, женские — пестик из трёх плодолистиков с тонкими опадающими столбиками, которые по всей своей длине усажены сосочками. Цветение происходит весной после влажного осенне-зимнего сезона. Завязь верхняя, с одним семязачатком в каждом из трёх гнезд. Листья сидячие, супротивные, цельные, без прилистников смотрите рисунок 1. Плод — трёхгранная коробочка, вскрывающаяся вдоль спинок гнезд (локулицидная). В мясистых семядолях семян имеется значительное количество жидкого воска (эфиров жирных кислот и спиртов), который больше нигде в растительном мире неизвестен. Живет до 200 лет, корни уходят глубоко в песок до 25 и более метров, способен выдерживать экстремальные суточные колебания температуры [5; 6; 12; 13].

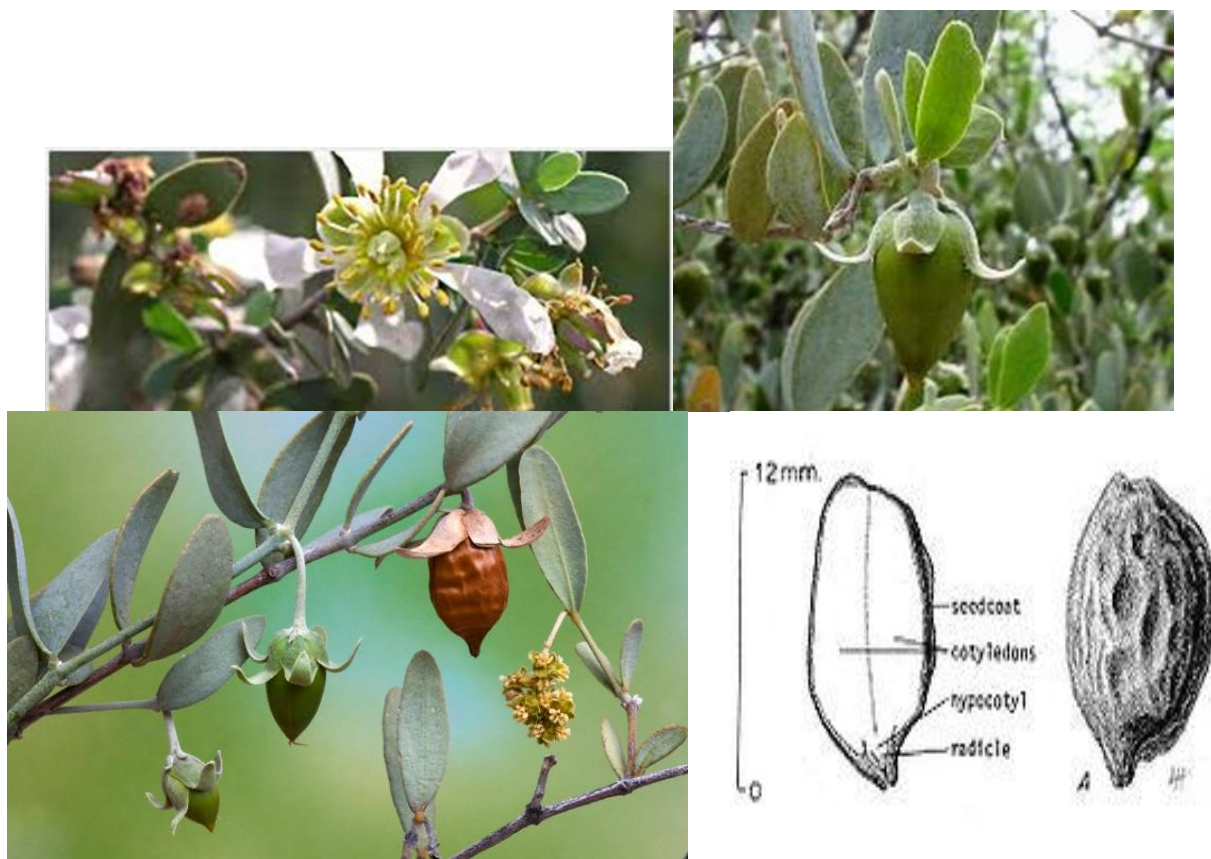


Рис. 1. Куст с листьями плодами и строение семени хохоба.

Вкусные семена использовались в салатах для замены маслин, а в жареном виде в различных напитках. Масло применялось для приготовления блюд, а также для ухода за волосами. Жидкое золото - так индейцы из Аризоны и Мексики называли несколько веков назад масло, получаемое из плодов жожоба.

**Происхождение и распространение растения.** Хохоба – произрастает в пустынных и полупустынных районах на юго-западе США и в Северо-Западной Мексике. Поскольку она очень непритязательна к почвенным условиям, крайне засухо- и солеустойчива, то ее

культура налажена в пустынных районах Аризона, Калифорния, Мексики и Тибета. Изначально произрастал исключительно как дикое растение в Мексике, в пустыне Сонора, расположенной на побережье Калифорнийского залива. Вне ареала своего распространения это растение было неизвестно до 18 века, когда эту местность посетили европейские исследователи и миссионеры. Уже в то время описывалось целебное действие растения, в особенности его семян. Самый значительный отзыв этого времени оставил отец-иезуит Хавьер Клавихеро, который в своей опубликованной в 1789 году "Истории Калифорнии" сообщил детальные сведения о применении семян жожоба в целебных и кулинарных целях. Согласно этому описанию, индейцы Нижней Калифорнии использовали растение для облегчения родов, лечения ран, смягчения желудочных болей и как слабительное [5; 6].

Несмотря на своё научное название, это растение в Китае не встречается. Ошибка возникла при первоописании растения. И. Г. Линк при расшифровке коллекционных сборов Томаса Наттолла ошибочно прочитал пометку «Calif» как «China», и в соответствии с этим назвал новоописанный вид *Buxus chinensis* (Самшит китайский). Позже, когда вид был выделен в самостоятельный род, эпитет (по требованиям МКБН) был сохранён, а предложенное Наттоллом другое название, *Simmondsia californica* Nutt., не было признано действительным, даже несмотря на то, что новый эпитет более соответствовал распространению [12; 13].

**Культивирование.** Мировое производство масла жожоба оценивается в 3500 тонн в год. Основные страны - производители: США, Мексика, Коста-Рика, Австралия, Бразилия, Парагвай и Израиль. Коммерческие плантации существуют также в Аргентине, Египте и Перу. Общая площадь, занятая симмондсией во всем мире около 8500 га. Мировой спрос в настоящее время оценивается в пределах от 64 до 200 тысяч тонн в год. Большой спрос на масло жожоба привело к попыткам выращивания во многих местах, многие из которых имели неутешительные результаты, что объясняется, главным образом, неподходящими климатическими условиями. Оптимальная температура для роста 27-33°C, при этом должен быть, по крайней мере, один месяц с температурой 15-20°C для закладки цветочных почек — при постоянно высокой температуре жожоба не цветёт. Морозы ниже - 3°C приводят к повреждению растений, а заморозки во время цветения — к потере урожая. Хотя симмондсия хорошо переносит засуху, для хорошего урожая необходимо 750 мм осадков или полив. Заболачивание, тяжёлые почвы и низкие значения pH также плохо переносятся растениями.

Для промышленного выращивания растения высаживают рядами. Плодоношение наступает на 3—4 год после посадки. Наибольший урожай достигается к 12-летнему возрасту. В благоприятных условиях плантации могут быть очень долговечны. Сбор производят вакуумными комбайнами. Единственный известный вредитель растений — совка из рода *Heliothis*, но он не наносит значительного вреда. В неблагоприятных условиях (бедные и сухие почвы) проблему представляет поражение грибами рода *Verticillium* [12; 13].

**Масло хохобы.** Во всем мире самым ценным, является масло жожоба, который пользуется немалым спросом, поскольку применяется в нескольких сферах смотрите структурную схему. Главными его производителями являются США, Коста-Рика, Мексика, Бразилия, Парагвай, Австралия и Израиль. Существует также множество коммерческих плантаций в Египте, Перу и Аргентине. Мировое производство этого жидкого растительного воска оценивается в 3,5 тыс. тонн в год.

Масло жожоба достаточно универсально – его можно использовать как людям с сухой кожей, так и тем, кто страдает от прыщей и прочих кожных заболеваний. Оно замечательно справляется со многими проблемами волос и кожи головы. Поэтому масло жожоба очень популярно в рецептах шампуней, бальзамов и масок для волос. Лечебные свойства масла можно усилить, если добавить в него соответствующих эфирных масел. Благодаря тому, что масло не имеет сильного запаха, оно идеально подходит для ароматерапии [5; 6; 12; 13].

**Внешний вид масла:** жидкое; светло-желтого цвета; едва уловимый запах жира; по консистенции жидкого воска (в холодильнике густеет, при комнатной температуре становится опять золотисто-желтым); не теряет своих качеств даже при многолетнем хранении.

**Свойства и состав масла.** В составе жирного масла жожоба (жидкого воска) имеются: жирные кислоты – гадолеиновая (65—80%), эруковая (10—22 %), олеиновая (5—15 %), нервоновая (до 3,5 %), пальмитиновая (до 3 %), пальмитолеиновая (до 1 %), бегеновая (1 %) и другие (до 3 %), а также эфиры жирных кислот, аминокислоты, коллаген, витамин Е.

Жидкий воск применяют также для медицинских целей, в частности для восстановления волос. В настоящее время из уникального жидкого воска жожоба производят трансформаторное масло, смазочные материалы для различных машин и механизмов, в том числе для автомобильной, военной, космической техники, так же авиационной промышленности. Его применяют для производства пластиков и косметических продуктов. Но наибольшее значение жидкий воск жожоба получил для замены спермацетового масла — жидкого животного воска, который добывали из головы кашалота.

Основные компоненты спермацетового масла — цетиловый эфир пальминовой кислоты и некоторое количество спиртов С14 и С18. В спермацетовом масле содержание высших спиртов от 32 до 42 % массы, а триацилглицеролов 12...30 %.

Из спиртов больше всего эйкозанола — до 34 % и докозанола — до 14 % массы. Температура плавления масла 60...66 °С, относительная плотность при 100 °С — 875...890 кг/м<sup>3</sup>, показатель преломления — 1,4610... 1,4685.

Средние физико-химические характеристики масла жожоба, которые определяют его качество: плотность, 25°С -0,86-0,87 г/см<sup>3</sup>; точка плавления - 6,8-7,0 °С; точка кипения (757мм рт.ст.) - 389°С; йодное число- 82; число омыления – 92; не омыляемая компонента - 51%; кислотное число -2; перекисное число -1,0.

Еще одна особенность масла жожоба - его чрезвычайная стабильность при повышенных температурах. Если нагревать его до 370 С в течение 96 часов, не произойдет никаких необратимых изменений в общей композиции и длине углеродной цепи [12; 13].

**Применение масла.** Этот продукт довольно активно используется в производстве косметических средств, смазочных и пластиковых материалов, а также в фармацевтической промышленности. Биотехнологические особенности и хозяйственные значения жожоба приведены на схеме.

В наше время этот уникальный растительный воск завоевал также немалое значение в качестве заменителя спермацета, то есть жидкого воска животного происхождения, который получают из головы кашалота. То, что химический состав и свойства масла жожоба и спермацета имеют много общего, определили американские специалисты. Эти два продукта очень устойчивы к прогоранию и являются идеальным сырьем для изготовления косметики.

Жмых, который остается в ходе получения масла жожоба, в ограниченном количестве используют в комбикормовой промышленности, так как он содержит белок и вещество, которое подавляет аппетит [5; 6; 12; 13].

**Лечебные свойства масла жожоба.** Этот продукт является идеальным средством для ухода как за кожей, так и волосами любого типа. Маслу жожоба свойственна тонкая текстура, высокая проникающая способность, а также увлажняющее, регенерирующее, противовоспалительное и смягчительное действие. При нанесении его на волосы или кожу оно полноценно впитывается и вовсе не оставляет жирных следов.

Масло жожоба рекомендуют для повседневного ухода за мягкой и нежной кожей малышей при сыпи или опрелостях. С его помощью также ухаживают за тонкой кожей вокруг глаз и потрескавшимися, обветренными губами. А регулярное использование этого продукта способствует регенерации дряблой и уставшей кожи и устранению морщин.

В дерматологии и косметологии масло жожоба очень часто применяют не только как самостоятельное средство, но и в смеси со многими другими эфирными и жирными маслами. Оно эффективно при рубцах и растяжках после беременности, трещинах и мелких травмах, угревой сыпи и солнечных ожогах. Масло из плодов жожоба способно смягчать зуд и болезненные проявления при псориазе, дерматитах и экземе. Этот продукт также полезен для ухода за бровями и ресницами, ломкими и окрашенными волосами [12; 13].

**Противопоказания.** Так как этот жидкий растительный воск активизирует рост волос, то женщинам, у которых на лице много нежелательной растительности, рекомендуют перед применением разбавлять масло жожоба каким-либо другим маслом растительного происхождения в 10 раз. Согласно рекомендации, на 1 часть масла из плодов жожоба должно приходиться 9 частей любого другого жирного растительного масла. Этот продукт не стоит использовать в случае индивидуальной непереносимости.

## 2. Исследования выращивания хохобы в Туркменистане.

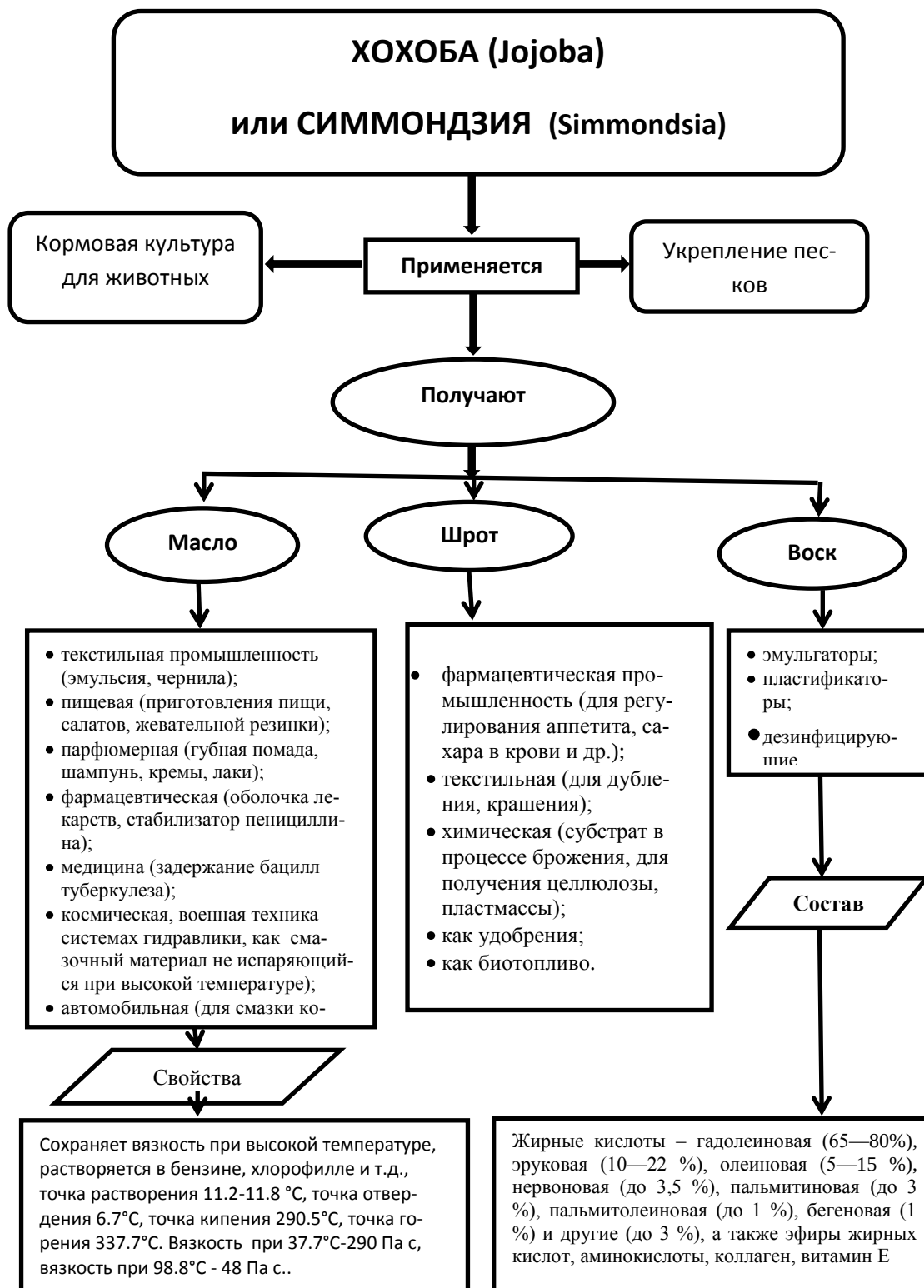
**Опыт выращивания.** Исследования по выращиванию хохобы проводились в Ашхабаде на экспериментальной базе НПО «ГУН» в 1985 году. Здесь были разработаны и построены различные типы гелиокультивационных сооружений: теплицы с грунтовым аккумулятором тепла; гелиотеплица с автономным энергообеспечением; гелиотеплица с замкнутым влагооборотом; гелиотеплица с биоаккумулятором тепла; гелиотеплицы траншейного типа; гелиотеплицы блочные типа (пленочные, стеклянные), ангарные, малогабаритные, подземные и так далее [7-10].

Исследования по выращиванию хохобы проводились в культивационном сооружении с автономным энергообеспечением приведен на рисунке 1, которое предназначено для выращивания сельскохозяйственных растений в регионах, где отсутствуют источники пресной воды (пустынная зона, морское побережье пустынь), для использования в южных районах с дефицитом поливной и пресной воды. Эта гелиосооружение представляет теплицу с аккумулятором тепла, гелиоопреснитель и осадкосборная площадка (внешняя наклонная поверхность грунтовой насыпи и дорожки вокруг тепличных блоков асфальтируются и используются для сбора атмосферных осадков). С южной стороны внутри гелиотеплицы по всей длине расположен солнечный опреснитель (15% площади теплицы), который вырабатывает пресную воду и одновременно выполняет роль аккумулятора тепла [3; 10].

В ходе опыта исследования рассматривались экспериментальные и теоретические вопросы водно - энергетических характеристик солнечной теплицы. В результате установлен ряд эмпирических зависимостей, которые позволяют определить формирование физических

параметров воздуха, протекание процессов испарения и конденсации в объеме сооружения, водообеспеченность и нормы полива растений.

### Структурная схема применения хохобы The application block diagramme jojoba



Для аналитического исследования водно - энергетических характеристик теплицы с автономным энергообеспечением составлены уравнения теплового баланса, по влажности

The diagram illustrates a cross-section of a roof structure. Key features include:
 

- Roof Slopes:** The left slope is labeled with a  $45^\circ$  angle, and the right slope is labeled with a  $20^\circ$  angle.
- Structural Elements:**
  - 1:** A vertical wall or support on the left.
  - 2:** A vertical line segment on the left slope.
  - 3:** A vertical line segment on the left slope.
  - 4:** A vertical line segment on the right slope.
  - 5:** A vertical line segment on the right slope.
- Roof Surface:** The roof surface is indicated by a dashed line on the left and a solid line on the right.
- Ground Level:** The ground is represented by a horizontal line with diagonal hatching below it.
- Wind Arrows:** Four arrows point towards the roof from the left, indicating wind direction.

89

$$E'' - T - E^c - E_{ак} + D_{пр} - D_{пр} - П^п - П^c - П_{ак} = 0 \quad (2);$$

Уравнение водного баланса почвы для случая установившейся предельно - полевой влагоемкости почвы:

$$W_{сн} - W_{ск} = E^п + T_0 - П^п \quad (3);$$

Аналогичный вид будет иметь уравнение водного баланса для грунтового аккумулятора тепла:

$$W_{ан} - W_{ак} = E_{ак} - П_{ак} \quad (4);$$

Водообеспеченность данной теплицы представлена в виде:

—

(5)

Общее уравнение водного баланса, как для воздушного пространства теплицы, так и для рассматриваемого слоя почвенного массива теплицы примет вид:

$$W_{ск} - W_{ак.к} = (W_{сн} - W_{ск}) - G / (\sum_0 D^s - \sum_n D^s) \quad (6).$$

Как видно из уравнения (6) изменение влажности почвы и грунта аккумуляторов по времени зависит от начальных запасов влажности, физических параметров воздуха внутри и снаружи теплицы и интенсивности воздухообмена. В данном случае изменение влажности почвы и грунта аккумулятора происходит за счет испарения. Следовательно, уравнение (6) примет вид:

$$E = G / (\sum_0 D^s) \quad (7).$$

**Полученные эмпирические результаты.** Решив эти балансовые уравнения (1-7) и обработав статистически на ЭВМ полученные экспериментальные данные, были установлены эмпирические зависимости, которые позволяют определить и прогнозировать по сезонам в течение года.

Полученные эмпирические зависимости и составленных уравнений теплового баланса по температуре, влажности, материального испарения с поверхности воды и почвы средне декадная в течение года составляют следующие параметры:

температура воздуха

$$T = 20,3 - 4,1 \sin 10n - 9,0 \cos 10n + 0,85 \sin 20n - 0,1 \cos 20n \quad (8);$$

относительная влажность воздуха

$$\psi = 67,2 - 8,7 \sin 10n - 13,56 \cos 10n + 2,23 \sin 20n - 1,38 \cos 20n \quad (9);$$

суточные значения средне - декадных изменений интенсивности испарения с поверхности почвы в гелиотеплице:

$$E^п = 2,55 - 0,5255 \sin 10n - 1,14755 \cos 10n + 0,187 \sin 20n - 0,0425 \cos 20n \quad (10);$$

с поверхности воды:

$$E^в = 2,06 - 0,63 \sin 10n - 1,35 \cos 10n + 0,31 \sin 20n \quad (11);$$

суммарное испарение:

$$E^c = 2,33 - 0,6242 \sin 10n - 1,8266 \cos 10n + 0,1255 \sin 20n - 0,016 \cos 20n \quad (12).$$

С помощью этих расчетных данных можно определить нормы полива для любого периода года [3,5,6,9-13].

С помощью полученных эмпирических зависимостей можно достаточно точно определить норму полива для любого периода года см. рис. 3. Оросительную норму можно (М) определить по формуле:

(13).

Результаты расчёта нормы полива по декадам приведены ниже.



| Номер декады | M <sub>0</sub> (мм) | E <sub>0</sub> <sup>в</sup> (мм) |
|--------------|---------------------|----------------------------------|
| 1-12         | 140                 | 0,33                             |
| 12-16        | 140                 | 1,28                             |
| 16-19        | 140                 | 2,46                             |
| 19-23        | 140                 | 2,80                             |
| 23-27        | 140                 | 2,66                             |
| 27-36        | 120                 | 0,33                             |

Например: с 1 по 12 декаде оросительная норма равна: M=140 мм+0,33 мм.

Водообеспеченность для побережья Каспийского моря, рассчитав по формуле (5), получили:

$$G_{ов} - [(85500+9500)(1+1,5/14)] - (10 \cdot 82,17 + 11,72) \cdot 82 = 36825 \text{ л/год (14).}$$

Следовательно, 36825 л/год воды, получено в результате сбора атмосферных осадков и дистиллята, с последующим мобилизованной воды, достаточно для полива воды саженцы хохобы и других сельскохозяйственных культур. Этот расчет относится к бороздovому методу полива. Конечно, применение капельного способа полива даст значительную экономию поливной воды.

Были также изучены скорость суммарного испарения с поверхности воды гелиотеплице по закону Дальтона, получена энергетическая зависимость для расчета E<sup>в</sup> для случая, когда вентиляционные форточки закрыты:

$$E^в = 0,87 n (P^{BS} - P^{20}) 760 / P^6 \text{ (15);}$$

форточки теплицы открыты:

$$E^в = 0,74 n (P^{BS} - P^{20}) 760 / P^6 \text{ (16).}$$

Формирование температурно-влажностного режима как воздушного пространства, так и почвенного массива теплицы, и протекание процесса испарения тесно связаны с поступлением солнечной радиации внутри теплицы. Этот фактор особенно важен в гелиотеплицах, где солнечная теплица является единственным источником тепла. Найдена зависимость между суммарным испарением и солнечной радиацией в условиях гелиотеплицы:

(17)

С помощью формулы (17), зная сумму солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность в течение дня в любое время гола, можно определить суточное значение суммарного испарения с гелиотеплицы, что дает возможность установить нормы и периоды поливов (рис. 3) в рассматриваемое время года.

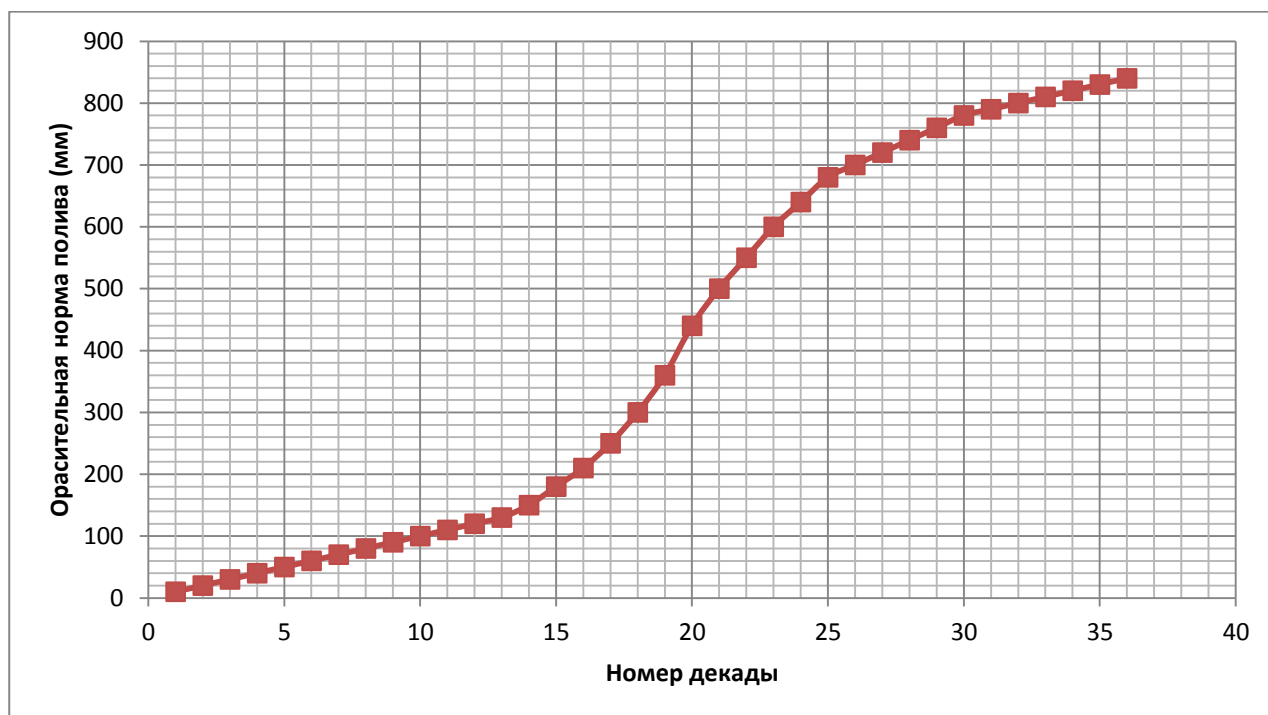


Рис.3. Номограмма для определения по декадам периода полива.

Регрессивная зависимость нормы полива по декадам года равна:  $y = 28,965x - 136,97$ ;  $R^2 = 0,9469$ .

### 3. Результаты выращивания и обсуждения исследований

**Агротехника.** На фоне хорошо удобренной почвы, весной в полиэтиленовые мешочки с грунтом были высеяны семена хохобы на глубину 1 — 2 см. Через месяц появились всходы. Когда они достигли 30 — 50 см высоты, их пересадили в теплицу с автономным энергообеспечением. Расстояние между сеянцами — около 1м. Растения в летний период поливали часто — 2 — 3 раз в неделю. Анализ водной вытяжки приведен в таблице 1 [8; 10-13].

Таблица 1. Анализ водной вытяжки почвы в гелиотеплице.

| Глубина, см | HCO   |       | Cl    |       | SO    |       | Ca    |       | Mg    |       | Na+K  |       | Тип засоления       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
|             | %     | М-экв | %     | М-экв | %     | М-экв | %     | М-экв | %     | М-экв | %     | М-экв |                     |
| 0-10        | 0,02  | 0,32  | 0,178 | 5,0   | 0,169 | 3,51  | 0,065 | 3,24  | 0,003 | 0,22  | 0,124 | 5,37  | Сульфатно-хлоридный |
| 10-20       | 0,02  | 0,32  | 0,156 | 4,40  | 0,217 | 4,52  | 0,115 | 5,74  | 0,004 | 0,33  | 0,073 | 3,17  | Хлоридно-сульфатный |
| 20-30       | 0,017 | 0,28  | 0,149 | 4,20  | 0,175 | 3,64  | 0,075 | 3,74  | 0,004 | 0,33  | 0,093 | 4,05  | Сульфатно-          |

|       |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |                                    |
|-------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------------------------------|
|       |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | хло-<br>ридный                     |
| 30-40 | 0,02<br>1 | 0,3<br>4 | 0,13<br>5 | 3,8<br>0 | 0,14<br>7 | 3,0<br>6 | 0,05      | 2,5<br>0 | 0,00<br>1 | 0,0<br>8 | 0,10<br>6 | 4,6<br>2 | Суль-<br>фатно-<br>хло-<br>ридный  |
| 40-50 | 0,02<br>1 | 0,3<br>4 | 0,08<br>5 | 2,4<br>0 | 0,11<br>6 | 2,4<br>2 | 0,05      | 2,5<br>0 | 0,00<br>3 | 0,2<br>2 | 0,05<br>6 | 2,4<br>4 | Хло-<br>ридно -<br>суль-<br>фатный |
| 50-60 | 0,08      | 0,3      | 0,08<br>5 | 2,4<br>0 | 0,35      | 7,2<br>8 | 0,04<br>5 | 2,2<br>5 | 0,00<br>1 | 0,0<br>8 | 0,17<br>6 | 7,6<br>5 | Хло-<br>ридно -<br>суль-<br>фатный |

Хохоба хорошо реагирует на удобрения. При подкормке азотными и фосфорными удобрениями значительно ускоряется ее рост и развитие. Анализ питательных веществ приведен в таблице 2. Температурно — влажностный режим в теплице наблюдали в течение нескольких лет. За период исследований максимальная температура летом достигала 55.3°C и минимальная зимой — 11.8°C, максимальная влажность 99.8%, минимальная — 10.4%. Полив первые 2 — 3 года в теплице проводили строго по полученным расчетам из эмпирической формулы для норм полива и межполивных периодов.

**Таблица 2. Анализ питательных веществ почвы в гелитеплице.**

| Глу-<br>бина,<br>см | Гумус,<br>% | Подвиж-<br>ные фор-<br>мы, м <sup>2</sup> /кг |                  | pH   | Общая<br>щелоч-<br>ность, % | Хлор<br>, % | Сухой<br>оста-<br>ток, % | Обеспеченность пита-<br>тельными<br>элементами |              |                 |
|---------------------|-------------|-----------------------------------------------|------------------|------|-----------------------------|-------------|--------------------------|------------------------------------------------|--------------|-----------------|
|                     |             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                 | K <sub>2</sub> O |      |                             |             |                          | Фосфо-<br>ром                                  | Гуму-<br>сом | Кали-<br>ем     |
| 0- 10               | 0.84        | 156.0                                         | 342              | 8.1  | 0.032                       | 0.024       | 0.162                    | Очень<br>высокая                               | Сред-<br>няя | Сред-<br>няя    |
| 10-20               | 0.78        | 78.0                                          | 216              | 9.0  | 0.032                       | 0.018       | 0.108                    | Очень<br>высокая                               | Низкая       | Низкая          |
| 20-30               | 0.64        | 48.0                                          | 180              | 8.15 | 0.029                       | 0.014       | 0.124                    | Высокая                                        | Низкая       | Низкая          |
| 30-40               | 0.54        | 46.5                                          | 140              | 7.9  | 0.034                       | 0.021       | 0.115                    | Высокая                                        | Низкая       | Очень<br>низкая |
| 40-50               | 0.78        | 40.0                                          | 130              | 8.1  | 0.029                       | 0.018       | 0.162                    | Средняя                                        | Низкая       | Очень<br>низкая |

На 3 — 4 году деревца начали плодоносить, причем плоды образуются только на женских особях. С одного деревца был собран урожай семян весом 0.7 кг, поэтому при посадке необходимо учитывать наличие мужских и женских особей: на каждые 5 — 7 женских особей нужно иметь один мужской экземпляр. Анализ почвы представлен в таблице 2 [7,11-13].

**Мелиорация.** Полив саженцев хохобы осуществляли за счет сбора атмосферных осадков и выработанного солнечным опреснителем дистиллята. Общая площадь сбора осадков в данном случае равна  $500 \text{ м}^2$ , с нее за год было собрано 85500 л воды. Площадь смонтированного в южной части гелиотеплицы, равна  $19 \text{ м}^2$ . Годовая производительность составила 9500 л дистиллята. Таким образом, общее количество воды, получаемое в результате опреснения за счёт солнечной энергии и сбора атмосферных осадков, составит 95000 л. Но для полива растений требуется вода с минерализацией 1-2 г/л, поэтому прежде произвести полив, в дистиллят минерализованную воду, чтобы получить поливную воду. Таким образом увеличивается общее количество запаса воды для полива. Годовая оросительная норма для хохобы 80267 л. Если сопоставить количество опресненной воды после добавления минерализованной и годовую оросительную норму. То увидим. Что данная конструкция солнечной теплицы полностью обеспечивает полив хохобы, выращиваемой в ней в течение года и еще останется 24911 л воды, которая может быть использована увлажнения грунтовых аккумуляторов гелиотеплицы, методом капельного полива саженцев.

**Результаты выращивания.** Основная масса (90%) корневой системы саженцев находятся в грунтовом слое 0-05, м почвы. Тогда для данной почвы (светлый серозем) количество воды, находящийся в объеме  $0,4 \text{ м}^3$ , будет равна 111 л. Из расчета эмпирических формул можно установить годовую оросительную норму для саженцев хохобы в условиях гелиотеплицы. При этом число будет равна 14 норма  $8027 \text{ л/м}^2$ . Для площади  $120 \text{ м}^2$  годовая опреснительная норма равна 99004 л.

С помощью полученных эмпирических формул (1-5) определили, что норма полива составляет 971.72 мм на  $1 \text{ м}^2$ . Но следует отметить, что при опытно-экстремальных условиях хохоба выдержала длительную почвенную засуху [5; 6; 10-13].

## Заключение

Таким образом, на основании опытно-экспериментальных данных и результатов расчета можно констатировать, что в Туркменистане в условиях аридной экосистемы можно выращивать хохобу повсеместно в условиях закрытого, открытого грунта. Интродукция техническую культуру хохоба будет имеет важное значение для развития экономики страны, как в освоении пустынь, так и в увеличении кормовой базы животных, а также в получении ценного сырья для многих отраслей промышленности.

## Принятые обозначения в тексте:

Е – скорость испарения (мм/сут.); Д – абсолютная влажность воздуха ( $\text{кг/м}^3$ ); W – влажность почвы (мм); Q – тепловой поток ( $\text{Вт/м}^2$ ); S – площадь ( $\text{м}^2$ ); G – воздухообмен ( $\text{кг/ч}$ ); I – интенсивность солнечной радиации ( $\text{Вт/м}^2$ ); Т – температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ); Р – парциальное давление (мм.рт.ст), В – водообеспеченность (л/год), П – конденсация (мм/сут), t – время (ч), ф – относительная влажность воздуха (%), n – номер декады, М – относительная норма полива (мм), Ш – норма полива (мм). То – транспирация (мм/сут).

## Индексы:

— суммарная, п – почва, с – стекло, ак – аккумуляторы, в – воздух, р – растения, к – конвекция, л – лучистый, т.п. – теплопотери, пр – приточный, сн – начальное количество влаги в почве, ск – конечное количество влаги в почве, ос – осадки, кон – конденсация, си – сумма испарений, и – испарения, ор – орошаемое, s – насыщение па-

ров, н — наружное, о — внутри теплицы, ср — среднее, п — номер декады, б — барометрическое, вод — вода, су — солнечная установка, уд — удаляемое, вз — влажность завидания.

### Литература:

1. Бердымухамедов Г.М. Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Том 1. А.: Туркменская государственная издательская служба, 2010.
2. Бабаев А.Г. Проблемы освоения пустынь. Туркменская государственная издательская служба, 2012. 340 с.
3. Байрамов Р., Рыбакова Л. Е. и др. Экспериментальные исследования температурно — влажностного режима и испарения в гелиотеплице // Известия АНТ. Серия ФТХиГН. Изд - во «Ылым», 1980. №1. С. 29-34.
4. Курбанов Н. Г., Курбанова Г. Количественное описание температурных режимов культивационных сооружений обогреваемых на солнечном обогреве // Ашхабад: Туркмен НИИНТИ, 1986. 60 с.
5. Пенджиев А.М. Исследование интродукции технической культуры хохоба в условиях аридной зоны Туркменистана // Аридные экосистемы. 2002. Т.8, №17. С. 56-63.
6. Пенджиев А.М. Опыт возделывания хохобы в условиях аридной зоны // Проблемы освоения пустынь. 1997. №6. С. 86—92.
7. Пенджиев А.М. Агротехника выращивания дынного дерева (*Carica papaya* L.) в условиях защищенного грунта в Туркменистане: Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. М., 2000. 54 с.
8. Пенджиев А.М. Математическое моделирование теплотехнических расчетов микроклимата и агроклиматическое районирование гелиотеплицы // Международный научный журнал «Гелиотехника». 2001. №3.
9. Пенджиев А.М. Экологические проблемы освоения пустынь: Монография. Саарбрюкен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 226 с
10. Рыбакова Л.Е., Атаев П.Ч. и др. Эксплуатация солнечных теплиц. Ашхабад: ТуркменНИИНТИ, 1985. 30 с.
11. Рыбакова Л.Е., Пенджиев А.М. Математическая модель расчета температурного режима листа в условиях траншейной теплицы // Известия АНТ. Серия: ФМТХиГН. 1996. № 2. С. 23-29.
12. Penzhiev A.M. Experience gained in cultivating jojoba under arid zone conditions // Problems of desert development. 1997. №6. 7p.
13. Penzhiev A.M. Ecoenergy resources of greenhouse facilities in the arid zone // Problems of desert development. 1998. №5. 5 p.

### References:

1. Berdymuhamedov G.M. Gosudarstvennoe regulirovanie social'no-jekonomicheskogo razvitija Turkmenistana. Tom 1. A.: Turkmenskaja gosudarstvennaja izdatel'skaja sluzhba, 2010.
2. Babaev A.G. Problemy osvoenija pustyn'. Turkmenskaja gosudarstvennaja izdatel'skaja sluzhba, 2012. 340 s.

3. Bajramov R., Rybakova L. E. i dr. Jeksperimental'nye issledovaniya temperaturno — vlazhnostnogo rezhima i isparenija v gelioteplice // Izvestija ANT. Serija FTHiGN. Izd - vo «Ylym», 1980. №1. S. 29-34.
4. Kurbanov N. G., Kurbanova G. Kolichestvennoe opisanie temperaturnyh rezhimov kul'tivacionnyh sooruzhenij obogrevaemye na solnechnom obogreve // Ashhabad: Turkmen NIINTI, 1986. 60 s.
5. Pendzhiev A.M. Issledovanie introdukcii tehnicheckoj kul'tury hohoba v uslovijah aridnoj zony Turkmenistana // Aridnye jekosistemy. 2002. T.8, №17. S. 56-63.
6. Pendzhiev A.M. Opyt vzdelyvanija hohoby v uslovijah aridnoj zony // Problemy osvoenija pustyn'. 1997. №6. S. 86—92.
7. Pendzhiev A.M. Agrotehnika vyrashhivaniya dynnogo dereva (Carica papaya L.) v uslovijah zashhishhennogo grunta v Turkmenistane: Avtoref. diss. ... dokt. s.-h. nauk. M., 2000. 54 s.
8. Pendzhiev A.M. Matematicheskoe modelirovanie teplotekhnicheskikh raschetov mikroklimata i agroklimaticheskoe rajonirovanie gelioteplicy // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Geliotekhnika». 2001. №3.
9. Pendzhiev A.M. Jekologicheskie problemy osvoenija pustyn'»: Monografija. Saarbrjuken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 226 s
10. Rybakova L.E., Ataev P.Ch. i dr. Jekspluatacija solnechnyh teplic. Ashhabad: TurkmenNIINTI, 1985. 30 s.
11. Rybakova L.E., Pendzhiev A.M. Matematicheskaja model' rascheta temperaturnogo rezhima lista v uslovijah transhejnoj teplicy // Izvestija ANT. Serija: FMTHiGN. 1996. № 2. S. 23-29.
12. Penzhiev A.M. Experience gained in cultivating jojoba under arid zone conditions // Problems of desert development. 1997. №6. 7p.
13. Penzhiev A.M. Ecoenergy resources of greenhouse facilities in the arid zone // Problems of desert development. 1998. №5. 5 p.

— ● —

### Сведения об авторе

Ахмет Мырадович **Пенджиев**, кандидат технических наук, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Туркменский государственный архитектурно-строительный институт; член-корреспондент, Международная академия наук экологий и безопасности (Ашхабад, Туркменистан)

— ● —