

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-113-119>
УДК: 635.64:631.527.56

К. Партоев^{1*}, С. Мирзоали²,
Б.Н. Сатторов²

¹Институт ботаники, физиологии
и генетики растений НАН Таджикистана,
Душанбе, Таджикистан

²Таджикский государственный педагогический
университет им. С. Айни
Душанбе, Таджикистан

*Автор для переписки: pkurbonali@mail.ru

Вклад авторов: Партоев К.: концептуализация, визуализация/представление данных, верификация данных, написание черновика рукописи, редактирование рукописи. Сафармади М.: закладки опытов, проведение исследований, визуализация/представление данных, верификация данных. Сатторов Б.Н.: закладки опытов, проведение исследований, написание черновика рукописи, редактирование рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Партоев К., Сафармади М., Сатторов Б.Н. Агроэкологическое испытание топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) в Таджикистане. *Овощи России*. 2025;(2):113-119.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-113-119>

Поступила в редакцию: 19.09.2024

Принята к печати: 25.12.2024

Опубликована: 15.04.2025

Kurbonali Partoev^{1*},
Safarmadi Mirzoali², Bakhtovar N. Sattorov²

¹Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics
of the National Academy of Sciences of Tajikistan
Dushanbe, Tajikistan

²Tajik State Pedagogical University named after. S. Aini
Dushanbe, Tajikistan

*Corresponding Author: pkurbonali@mail.ru

Authors' Contribution: Partoev K.: conceptualization, visualization/presentation of data, data verification, manuscript draft writing, manuscript editing. Safarmadi M.: research, visualization/presentation of data, data verification. Sattorov B.N.: research, manuscript draft writing, manuscript editing.

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflict of interest.

For citation: Partoev K., Safarmadi M., Sattorov B.N. Agroecological test of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in Tajikistan. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(2):113-119. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-113-119>

Received: 19.09.2024

Accepted for publication: 25.12.2024

Published: 15.04.2025

Агроэкологическое испытание топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) в Таджикистане

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Территория Республики Таджикистан на 93% занята горными экосистемами. Вертикальная зональность, где возможно выращивать сельскохозяйственные культуры, простирается на высотах от 350 до 4000 м над уровнем моря. С учетом растущей численности населения республики стоят задачи поиска и внедрения инновационных путей и методов получения максимального объема необходимой продукции при сохранении и увеличении плодородия и качества земельных и почвенных ресурсов. К числу сельскохозяйственных культур, которая могла бы в будущем обеспечить получение высокой биомассы с энергетической составляющей с единицы площади сельскохозяйственных угодий, можно отнести растение топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.).

Материал и методика. В различных агроэкологических условиях Таджикистана изучен коллекционный материал топинамбура (более 25 сортов), с целью определения его продукционного потенциала и дальнейшей интродукции в различных экологических зонах республики. Проведены посадки в Южном (районы Васейский, Вахшский и Муминабадский, расположенных соответственно на высоте 460, 600 и 1200 м над уровнем моря), Центральном (г. Душанбе, зона Канаск, на высоте соответственно 840 и 2560 м) и Восточном (Раштский и Ляхшский районы, расположенных соответственно на высоте 1800 и 2000 м над уровнем моря) Таджикистане.

Результаты. Установлено, что продуктивность сортов топинамбура в зависимости от вертикальной зональности существенно меняется, и это в основном связано с влиянием температуры воздуха. Урожайность топинамбура в большей степени зависит от высоты над уровнем моря и суммы эффективных температур. В различных агроэкологических условиях она колеблется от 10 до 63 т/га, а общая биологическая масса – от 30,8 до 175,7 т/га. Сравнительно высокий урожай получен в условиях Юга Таджикистана (460 м над уровнем моря) – урожай клубней составил 63 т/га, а общая биомасса – 175,7 т/га.

Заключение. В условиях Таджикистана на высотах от 460 м до 2560 м над уровнем моря средняя урожайность общей биомассы топинамбура составляет 91,8 т/га, это может быть важным биоресурсом для поддержки кормовой базы в животноводстве, а также продуктом питания (клубни) для населения. Посредством широкого выращивания топинамбура на различных типах почв можно значительно повысить экономическую отдачу земельных ресурсов Республики Таджикистан.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агроэкология, топинамбур, сорт, биологическая масса, продуктивность, урожайность, корреляция, Таджикистан

Check for updates



Agroecological test of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in Tajikistan

ABSTRACT

Relevance. The Republic of Tajikistan is a mountainous country, 93% of whose territory is occupied by mountain ecosystems. The vertical zonation where it is possible to grow crops extends at altitudes from 350 to 4000 m above sea level. Taking into account the growing population of the republic, scientists are faced with the task of finding and implementing innovative ways and methods of obtaining the maximum volume of necessary products and biological mass per unit area while maintaining and increasing the fertility and quality of land and soil resources. Among the agricultural crops that could in the future provide high biological mass with an energy component per unit area of agricultural land include the Jerusalem artichoke plant (*Helianthus tuberosus* L.).

Material and Methods. In various agro-ecological conditions of Tajikistan, collection material of Jerusalem artichoke (more than 25 varieties) was studied in order to determine its production potential and further introduction in various ecological zones of the republic. Jerusalem artichoke plantings were carried out in the Southern (Vaseisky, Vakhsh and Muminabad districts, located respectively at an altitude of 460, 600 and 1200 m above sea level), Central (Dushanbe, Kanask zone, at an altitude of 840 and 2560 m, respectively) and Eastern (Rasht and Lyakhsh areas located respectively at an altitude of 1800 and 2000 above sea level) in Tajikistan. In the conditions of Tajikistan, the soils mainly belong to the following types: light gray soils, typical gray soils and mountain carbonate soils.

Results. It has been established that the productivity of Jerusalem artichoke varieties varies significantly depending on vertical zonation and this is mainly due to the influence of air temperature. The yield of Jerusalem artichoke largely depends on the altitude above sea level and the sum of effective temperatures. The yield of Jerusalem artichoke tubers in various agro-ecological growing conditions ranges from 10 to 63 t/ha, and the total biological mass from 30.8 to 175.7 t/ha. A relatively high yield in our experiments was obtained in the conditions of the south of Tajikistan (at an altitude of 460 m above sea level). Here, the yield of Jerusalem artichoke tubers was 63 t/ha, and the total biological mass was 175.7 t/ha.

Conclusion. In the conditions of Tajikistan at altitudes from 460 m to 2560 m above sea level, the average yield of the total biomass of Jerusalem artichoke is 91.8 t/ha, which can be an important bioresource for supporting the forage base in livestock farming, as well as a food product (tubers) for the population. By widely cultivating Jerusalem artichoke on various types of soil, it is possible to significantly increase the economic return of land resources in the Republic of Tajikistan.

KEYWORDS:

agroecology, Jerusalem artichoke, variety, biological mass, productivity, yield, correlation, Tajikistan

Введение

Топинамбур (подсолнечник клубненосный, *Helianthus tuberosus* L.) – сладкий и высокопитательный корнеплод, как и подсолнечник, он относится к семейству Астровых, но отличается образованием в подземной части клубней различной величины, формы и цвета. Топинамбур в России называют «земляной грушей», «диким подсолнухом», «солнечным корнем», в Европе – «иерусалимским артишоком», в Казахстане – «китайской картошкой».

Родиной топинамбура считается Северная Америка, где он растёт в диком виде и был введён в культуру индейцами до появления там европейцев. В Европу растение попало через Францию, где и получило название «топинамбур» (от названия племени бразильских индейцев – топинамба). В Россию топинамбур попал в начале XVIII века [1,3-4].

Ботаническая характеристика топинамбура

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – многолетнее растение семейства Астровые (*Asteraceae*). Топинамбур (земляная груша) представляет собой клубненосное растение, обладающее мощной корневой системой, прямостоячим стеблем, достигающим в высоту до 3-4 м. Листья сердцевидно-яйцевидной формы, крупные, длиной 10-20 см и шириной 5-12 см, по краю зубчатые, черешковые, темно-зеленой окраски. Соцветие – корзинка, диаметром 1-1,5 см, состоит из ложноязычковых желтых цветков. Плод – семянка. Корневая система стержневая, проникает на глубину до 2 м, образует многочисленные побеги (столоны), на которых формируется от 10-30 и более клубней. Клубни – грушевидные, веретеновидные, округлые, с выпуклыми почками-глазками, с окрасками- белого, желтого, розово-красного и фиолетового цвета, мякоть – белая, шкурка – желтовато-коричневая). Масса клубней – от 10 до 150 г. Селекционерами мира выведены более 500 сортов топинамбура.

Родина топинамбура – Северная Америка. Впервые клубни топинамбура употреблялись в пищу бразильскими индейцами ещё задолго до открытия Северной Америки европейцами. Название «топинамбур» было дано растению случайным образом, когда в XVII веке во Францию были привезены индейцы бразильского племени Тупинамбус. У них были обнаружены клубни неизвестного растения, которое стали именовать словом «топинамбур» - производным от названия племени.

В Европу топинамбур попал в начале XVII века благодаря путешественнику и первооткрывателю Самюэлю де Шамплону, отправившему клубни топинамбура из Канады во Францию и впервые сравнившего их по вкусовым качествам. С тех пор за более чем 500 лет культивирование весьма неприхотливого к условиям произрастания топинамбура получило широкое распространение (2,5 млн га и более 300 сортов) во многих странах мира с разными названиями: «канадская картошка», «джирасол», «солнечный корень»), «санчок», «картошка хомхурак», «картошкагул» и др.) [1-4].

Химический состав клубней топинамбура

Клубни топинамбура содержат в своем составе: инулин (11-17%), фруктозу, фруктоолигосахариды, аминокислоты (до 8%) (в том числе 8 – незаменимых аминокислот - аргинин, гистидин, валин, лейцин, изолейцин, лизин, триптофан, метионин и фенилаланин), каротиноиды, витамины В₁, В₂, В₃ (РР), В₆, В₉, С, пектины (до 10%), органические кислоты (лимонная, малоновая, яблочная, янтарная, фумаровая),

жирные кислоты (0,4%-0,7%), азотистые вещества, клетчатку (до 6%), а также весьма широкий набор макро- и микроэлементов (калий, натрий, магний, железо, фосфор, марганец, кальций, кремний, медь, цинк, сера, хром, йод, бор, алюминий, кобальт, молибден, фтор и др.).

В последние годы во многих странах мира ведётся поиск и изучение растений, которые могут быть использованы как сырьё для получения биоэтанола (биотопливо).

В этих целях уже нашли практическое применение некоторые зерновые, крестоцветные культуры и высокопродуктивные дикорастущие растения. По нашему мнению, к числу таких растений, отвечающих вышеперечисленным критериям, в условиях Таджикистана можно отнести топинамбур (земляную грушу).

Земляная груша (топинамбур) в Таджикистан была завезена в 20-х годах прошлого столетия переселенцами и использовалась как декоративное растение [6, 9, 10]. Насаждения земляной груши можно было встретить у жилых домов, в палисадниках, садах и реже в огородах. В 1950 году А.П. Саверкин, проводя испытание различных сортов кормовых культур в условиях высокогорья Гиссарского хребта, сообщил о хорошем развитии земляной груши на высоте около 3000 м над уровнем моря.

С целью получения кормовой массы в 1953-1955 годах в Таджикистане на специальных опытных участках проведено размножение посадочного материала земляной груши и для посева колхозам и совхозам республики передано 500 ц клубней.

В 1956-1958 годах земляная груша возделывалась в природно-климатических условиях Гиссарской и Вахшской долин, в Гармской группе районов, в Ленинабадской области и на Западном Памире. В производственных посевах колхозов также, как и на опытных участках, земляная груша в среднем давала урожай зелёной массы 500 ц, а клубней – 250 ц с одного гектара. В условиях высокогорья в колхозах Ишкашимского, Рошткалинского и Шугнанского районов установлено, что земляная груша является ценной кормовой культурой, способной давать 500-600 ц зелёной массы и 150-200 ц клубней с каждого гектара [5].

В мировой практике интерес к топинамбуру в разные периоды то возрастал, то затухал, что определялось активностью изучения и пропаганды потенциальных возможностей этой культуры и высокой продуктивностью надземной массы и клубней. В первой половине XX-го века топинамбур исследовался с целью использования его в качестве кормовой культуры. Однако широкие биохимические исследования последних десятилетий, начиная с 80-х годов XX-го столетия, показали, что наряду с кормовыми достоинствами топинамбур имеет высокую перспективность использования в качестве пищевой, лекарственной и технической (биоэнергетической) культуры [1-4].

Топинамбур – неприхотливое, многолетнее высокопродуктивное растение, устойчивое к неблагоприятным условиям, эффективно использующее солнечную энергию для роста и развития.

В условиях Таджикистана земляную грушу можно высаживать во всех долинно-предгорных, горных и высокогорных районах в местах с пересеченным рельефом на склонах оврагов, в балках, в поймах рек, то есть в местах, где другие культуры произрастать не могут [6].

О высокой экологической пластичности растений топинамбура свидетельствует тот факт, что в осенний период года они способны переносить заморозки до –7...–8°C.

Клубни могут неоднократно замерзнуть, оттаивать и при этом не терять жизнеспособности. Не выкопанные клубни сохраняют жизнеспособность при снежном покрове 0,2-1,0 м даже при промерзании почвы и понижении температуры воздуха до -35°C и ниже [1; 6].

Следует особо подчеркнуть, что естественный полиплоидный уровень топинамбура и его способность к вегетативному размножению создают большие предпосылки для селекции сортов с высоким уровнем гетерозиса, в том числе с незатухающим гетерозисом. Кроме того, виды разной плоидности рода *Helianthus* используются исследователями при межвидовой гибридизации для создания хозяйственно ценных гибридов [1;6]. Например, получены высокопродуктивные гибриды топинамбура с подсолнечником – топинамбур-солнечники (сорта Новость ВИРа, Восторг и др.) [1,2,3]. Два российских сорта подсолнечника (Прогресс и Новинка) выведены академиком Г.В. Пустовойтом на основе гибридов скрещивания *H. annuus* и *H. tuberosus* [1].

Земляная груша способна давать очень высокие урожаи, составляющие более 1000 ц/га зелёной массы и 500 ц/га клубней. Средняя урожайность земляной груши обычно составляет порядка 400-500 ц/га зелёной массы и 250 ц/га клубней [1,3, 15, 14, 16].

В Таджикистане урожай зелёной массы земляной груши в условиях полива достигает 1000 ц/га, а клубней – 400-450 ц/га, на богарных землях – 300 ц/га зелёной массы и 120 ц/га клубней [6]. В долинных районах Таджикистана к концу июля рост растений достигает высоты более 2.5 м. Урожай зелёной массы в это время составляет не менее 550 ц/га. Если в это время ботву скосить, то земляная груша вновь даст к осени повторно такой же урожай ботвы [6, 10]. Эта биологическая особенность земляной груши позволяет производить закладку силоса из её зелёной массы в два срока: летом и осенью. Здесь важно то, что сроки силосования ботвы земляной груши совпадают со сроками массового летнего и осеннего силосования других силосных культур, что позволяет готовить их смеси [6, 10, 11].

О пищевой ценности топинамбура сообщают многие авторы [8, 10, 14].

Во многих странах мира топинамбур выращивают, как полезную и лечебную культуру, что видно из нижеприведённого рисунка 1 [8].

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – высокоурожайная сельскохозяйственная культура. В условиях Нечерноземья Российской Федерации его урожайности зелёной массы может достигать 60.0 т/га, а клубней – 40.0 т/га, обеспечивать выход 7.5-10.0 т/га кормовых единиц и 6.0-6.8 ц/га переваримого протеина. Топинамбур отличается высокими питательными качествами благодаря наличию в нём ценных компонентов химического состава. Клубни содержат 18-22% сахаров, до 2.5% протеина, витамины группы В и С. В минеральном составе зольных элементов содержится до 6% фосфора, свыше 5% железа, что делает клубни особенно ценным кормом для молодняка. Зелёная масса содержит до 20-25% сухого вещества. В него входит углеводный комплекс, значительную долю которого занимает особый вид углевода – инулин, перерабатываемый в организме животных в легкоусвояемую фруктозу, а также содержится полноценный протеин (который представлен 16 аминокислотами, в том числе 8 незаменимыми), а также витамины и клетчатка [1, 2, 3; 8-11; 12,13, 14].

Агроэкологические факторы среды имеют большую амплитуду в различных условиях долины и горной зоны Таджикистана и эти факторы по-разному влияют на рост и развитие различных сельскохозяйственных культур. В частности, авторы [6, 10, 15] информируют, что между такими признаками топинамбура, как высота стебля, количество листьев, количество клубней и продуктивностью наблюдается прямая средняя корреляционная связь в зависимости от зоны возделывания.

Знание влияния различных агроэкологических факторов среды на ряд полигенных признаков топинамбура имеет большое научно-практическое значение в процессе выведения новых перспективных генотипов топинамбура в будущем.

Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон в 2011 году перед учеными страны поставил задачу: «Ученые Таджикистана должны разработать пути и методы получе-

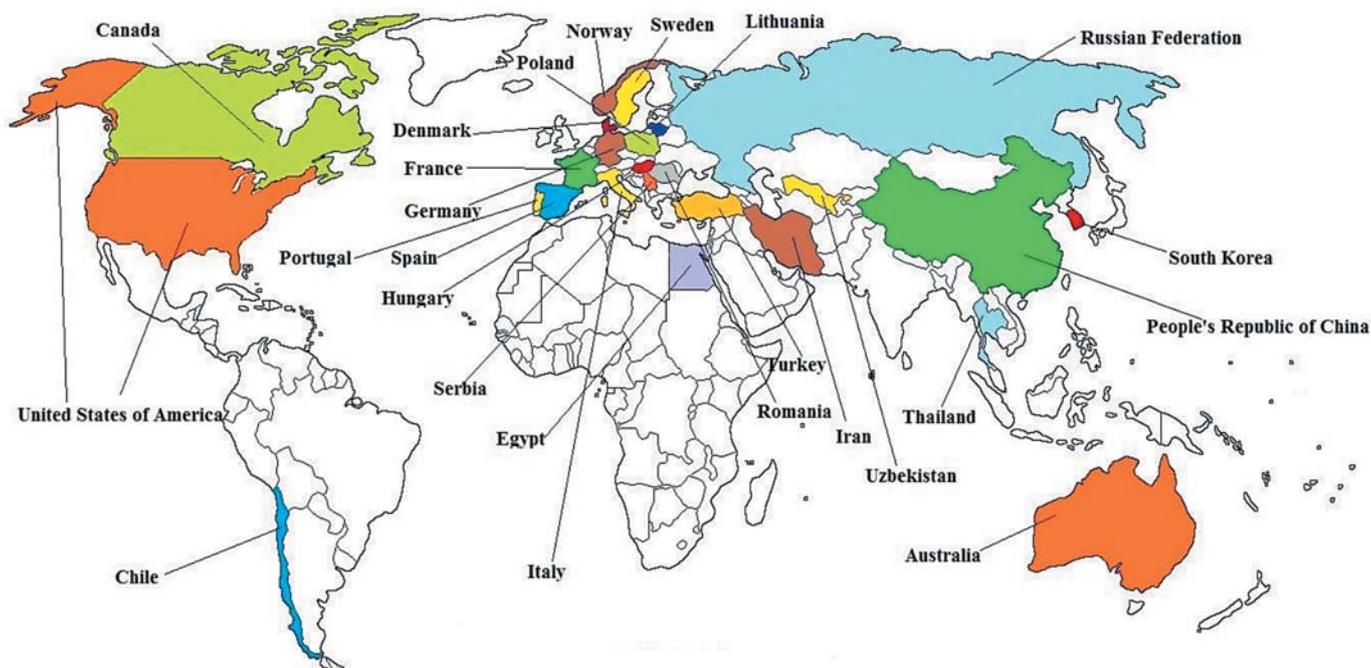


Рис. 1. Страны мира, где выращивают топинамбур на различные цели [8]
Fig. 1. Countries of the world where Jerusalem artichoke is grown for various purposes [8]

ния биоэтанола (био бензина) на основе использования топинамбура (земляной груши). Академия наук совместно с Министерством энергетики и промышленности, местные исполнительные государственной власти должны разработать альтернативные источники использования энергии и подготовить рекомендации для их использования в народном хозяйстве страны».

Цель исследований

Цель работы – изучить особенности роста и развития, биологическую продуктивность растений, урожай общей биомассы и клубней топинамбура в долине и в горной зоне Таджикистана и оценить перспективность использования топинамбура, как продовольственный продукт, как корма для животных и как сырья для получения биотоплива.

Материалы и методы исследования

Научные работы по изучению особенностей роста и развития, а также проявления ряда морфологических полигенных признаков различных генотипов топинамбура были проведены в течение 2016-2022 годов в различных агроэкологических условиях Республики Таджикистан: Васейский район – 460 м над уровнем моря (н.у.м.), Вахшский район – 600 м н.у.м., и в городе Душанбе – 840 м н.у.м., Муминабадский район – 1200 м н.у.м., Раштский район – 1800 м н.у.м., Ляхшский район – 2000 м н.у.м., город Вахдат (участок Канаск) – 2560 м над уровнем моря. В этих районах сумма эффективных температур колеблется от 895 до 37600С. Количество осадков в виде дождя и снега в течение года колеблется от 300 до 800 мм. Почвы районов, где проводили эксперименты, являются бедными по содержанию гумуса (0,5-2,0%) в пахотном горизонте. Здесь тип почвы в основном сероземы и карбонатные почвы.

Материалом для проведения наших исследований служили элитные и сортовые семенные клубни (I-II-ой семенной репродукции) различных генотипов/сортов топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.). Исходный материал нами был получен из коллекции Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана (ИБФГР НАНТ), Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства (ВИР, Майкопской опытной станции, Республики Адыгея) и Кубанского аграрного университета (Россия). Количество изученных сортообразцов топинамбура в этих районах

составило 16-20 шт. Сортообразцы топинамбура выращивали на основе общепринятой агротехники для каждой агроэкологической зоны. В зависимости от высоты над уровнем моря клубни генотипов/сортов топинамбура высаживали в течение марта–апреля по схеме посадки 70x35 см. Сортообразцы топинамбура были посажены в четырехкратной повторности.

С каждого генотипа/сорта общее количество составило 80 растений. Во время вегетации генотипов/сортов топинамбура были проведены следующие агротехнические работы: внесение минеральных удобрений ($N_{100}P_{150}K_{80}$ кг/га), две междурядные обработки (вручную), культивация междурядий, окучивание рядов и 5-7 вегетационных поливов. Стандартом служил сорт Интерес (селекции РФ). Во время вегетации топинамбура были проведены следующие фенологические учёты и наблюдений: учет всходов, высота растений в разных фазах развития растений, количество листьев, количество стеблей, масса корней, количество клубней, масса клубней, общая биомасса растений. Сведения о среднесуточной температуре воздуха, суммы эффективных температур (свыше 10°C) и количестве осадков были взяты из Государственного учреждения «Метеостанция» города Душанбе Республики Таджикистан. Статистическая обработка данных была проведена по методике [7] с использованием Microsoft Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

В различных экологических зонах, где были проведены наши исследования, наблюдается существенное влияние таких агроэкологических условий местности, как высота над уровнем моря и сумма эффективных температур на формирование различных хозяйственно полезных признаков топинамбура (табл.).

Такие полигенные признаки топинамбура, как масса стеблей, листьев и корней, масса клубней и общая биомасса растений сильно меняются в зависимости от вертикальной зональности нахождения от уровнем моря. За вегетационный период растений с повышением высоты над уровнем моря наблюдается пропорциональное уменьшение суммы эффективных температур (свыше 10°C). Наибольшее количество суммы эффективных температур наблюдается в южной части республики на высоте 460 м над уровнем моря в условиях Васейского района (3760°C), а наименьшее количество – в условиях высокогорья Центрального Таджикистана, в условиях города Вахдат на участке Канаск на высоте 2560 м над уровнем моря (895°C).

Учеными Институтами ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана в течение 2005-2015 годов в результате использование метода отбора из сорта топинамбура Интерес, выведен новый сорт Сарват (Богатство). Новый сорт в отличие от материнского сорта Интерес имеет более ровные и гладкие клубни, что удобно при консервировании. Данный сорт в 2017 году районирован по республике. В производственных условиях по урожайности превышает другие сорта на 25-30%. Урожайность клубней сорта Сарват составляет 45-50 т/га, а общая биомасса – 60-70 т/га. Клубни топинамбура являются хорошим средством для снижения содержания сахара в крови человека. Сорт выращивается на каменистых и малоплодородных почвах. (Авторами сорта являются Партноев К., Ахмедов Х.М., Мирзоев Н.П., Сайдалиев Н.Х. и Ясинов Ш.М.).



Рис. 2. Местность и высоты над уровнем моря, где проведено исследование растения топинамбура (2016-2022 годы)
Fig. 2. The terrain and altitudes above sea level where the Jerusalem artichoke plant study was conducted (2016-2022)

Таблица. Местность, температура, масса стеблей, масса клубней и общая биомасса топинамбура (среднее за 2016-2022 годы)
Table. Terrain, temperature, stem mass, tuber mass and total biological mass of Jerusalem artichoke (average for 2016-2022)

Местность	Высота над уровнем моря, м	Эффективная температура за вегетацию, °С	Масса стеблей, листьев и корней, г/раст.	Масса клубней, г/раст.	Общая биологическая масса, г/раст.
Васейский район	460	3760	2817±1,4	1575±1,6	4392±1,7
Вахшский район	600	3455	2190±1,3	1500±1,8	3690±1,4
г. Душанбе	840	2610	2040±1,6	855±1,7	2895±1,5
Муминабадский район	1200	2280	1100±1,4	590±1,5	1690±1,7
Раштский район	1800	1300	1000±1,2	450±1,1	1450±1,9
Ляхшский район	2000	1210	810±1,5	370±1,8	1180±1,3
Участок Канаск	2560	895	520±1,1	250±1,3	770±1,4
Среднее	-	-	1496,7	798,6	2295,3
НСР ₀₅	-	-	8,2	9,1	10,4



Рис. 3. Клубни сорта Богатство (слева) и сорта Интерес (справа), 2017 год
Fig. 3. Tubers of the Bogatstvo variety (left) and the Interes variety (right), 2017

Проведенные опыты показали, что корреляционная связь между такими показателями, как сумма эффективных температур, масса стеблей и листьев, масса клубней и общая биомасса растений топинамбура сильная положительная (рис. 4,5,6).

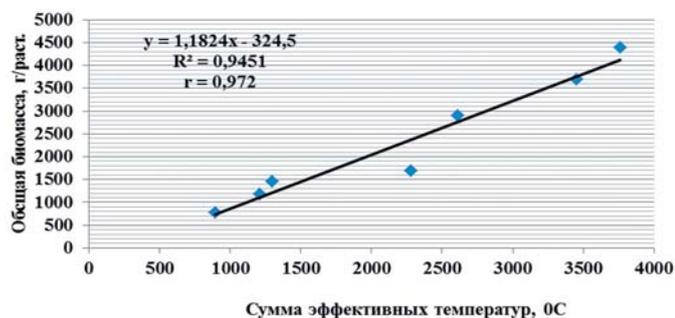


Рис. 4. Корреляционная связь между суммой эффективных температур и общей биомассой топинамбура
Fig. 4. Correlation between the sum of effective temperatures and the total biomass of Jerusalem artichoke

Как видно из рисунков 3, 4 и 5, с увеличением суммы эффективных температур наблюдается значительное увеличение общей биомассы топинамбура, и корреляция между этими показателями составляет $r=0,972$. Корреляционная связь между признаками масса стеблей, листьев, корней и общая биомасса – $r=0,953$, между массой клубней и общей биомассой – $r=0,982$.

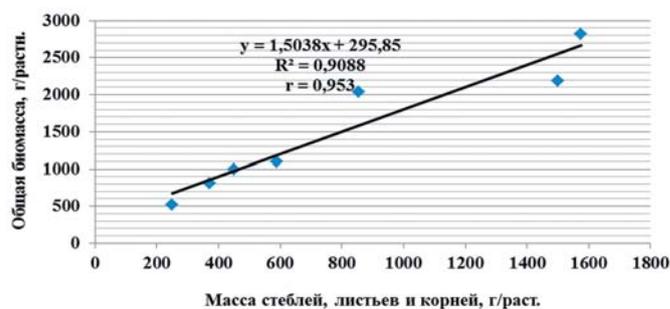


Рис. 5. Корреляционная связь между массой клубней и общей биомассой клубней топинамбура
Fig. 5. Correlation between the mass of tubers and the total biomass of Jerusalem artichoke tubers

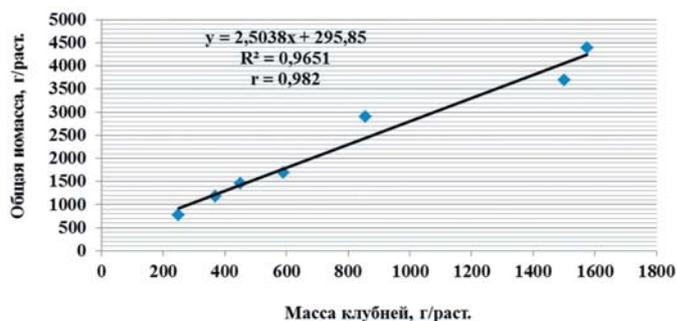


Рис. 6. Корреляционная связь между массой клубней и общей биомассой растений топинамбура
Fig. 6. Correlation between the mass of tubers and the total biomass of Jerusalem artichoke plants

Таким образом, в разных экологических условиях Таджикистана основным влияющим фактором для формирования продуктивности топинамбура является сумма эффективных температур, которая существенно меняется в зависимости от высоты над уровнем моря.

Урожайность клубней сортообразцов топинамбура на высотах от 460 м до 840 м над уровнем моря соответственно составляет 63,0 и 34,2 т/га. Урожайность топинамбура на высотах 1200 до 2000 м уменьшается от 23,6 до 14,6 т/га, а на высоте 2560 м над уровнем моря – 10,0 т/га.

Как показали исследования, высота над уровнем моря также существенно влияет на урожайность клубней и общей биомассы топинамбура, что видно из рисунке 7.

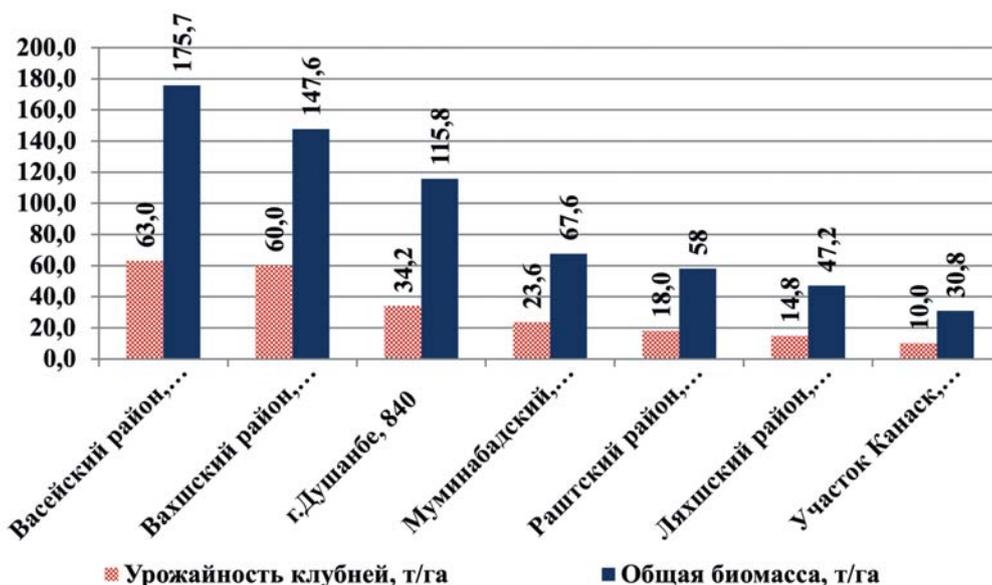


Рис. 7. Урожай клубней и общей биомассы топинамбура в зависимости от высоты над уровнем моря (среднее за 2016-2022 годы)
 Fig. 7. Yield of tubers and total biomass of Jerusalem artichoke depending on the altitude above sea level (average for 2016-2022)

Таким образом, высота над уровнем моря по мере возрастания от 470 м до 2550 м вызывает снижение урожайности клубней топинамбура от 63,0 т/га до 10,0 т/га. Урожайность клубней топинамбура на высоте 2560 м в 6,3 раза выше, чем на высоте 460 м над уровнем моря. На высоте 2560 м над уровнем моря из-за низкого уровня суммы эффективных температур наблюдается существенное снижение урожайности топинамбура, по сравнению с возделыванием топинамбура на высотах 460-840 м над уровнем моря. В среднем, урожайность клубней сортообразцов топинамбура в различных уровнях от высоты над уровнем моря составляет 31,9 т/га, что показывает о высоком потенциале растений топинамбура по урожайности клубней в условиях Республики Таджикистан, как важном продукте питания. В перспективе топинамбур может играть важную роль в обеспечении продовольственной безопасности в разных агроэкологических условиях Таджикистана.

Анализ урожайности общей биомассы топинамбура также показывает положительного эффекта высоты над уровнем моря на данный полигенный признак топинамбура. Например, если общая биомасса сортообразцов топинамбура на высотах 460 м и 600 м над уровнем моря соответственно составляет 175,7 и 147,6 т/га, то этот показатель на высотах 2000 и 2560 м соответственно составляет 47,2 и 30,8 т/га или же в 3,7 и 4,8 раза меньше, чем на высотах 460 и 600 м над уровнем моря.

По урожайности общей биомассы сортообразцов топинамбура на высотах 840, 1200 и 1800 м над уровнем моря также значительно отличаются между собой (разница составляет в пределах 9,6-10,8 т/га или же 16,8-22,9%).

Нами также изучены способы получения различных продуктов из корней, клубней и листьев растений топинамбура.

Учеными Института ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана в течение 2010-2023 годов удалось получить новый сорт топинамбура в условиях

Таджикистана Сарват и патент на способы выращивания топинамбура из корней и столонов.

Заключение

Необходимо отметить, что с учетом растущей численности населения республики, перед учеными стоят задачи поиска и внедрения инновационных путей и методов получения максимального объема необходимой продукции и биологической массы с единицы площади при сохранении и увеличении плодородия и качества земельных и почвенных ресурсов. В разных экологических условиях Таджикистана средняя урожайность общей биомассы сортообразцов топинамбура при их выращивании на высотах от 460 м до 2560 м над уровнем моря составляет 91,8 т/га, это может быть важным биоресурсом для поддержки кормовой базы в животноводстве, а также продуктом питания (клубней) для населения в будущем.

Таким образом, наиболее подходящими зонами для возделывания и получения высокой урожайности топинамбура в условиях Таджикистана являются районы, расположенные на высотах от 460 до 1200 м над уровнем моря, с общей суммой эффективных температур во время вегетации растений от 2280 до 3760°C и сравнительно с низким содержанием гумуса (0,5-2,0%) в пахотном горизонте. В будущем таджикские фермеры посредством посадки топинамбура могут получать высокую массу этой культуры, что так важно для усиления кормовой базы в животноводстве, так же и продуктом питания для населения. В будущем благодаря посадкам топинамбура можно в два – три раза повысить выход биологической массы растений с единицы площади и тем самым укрепить кормовую базу для животноводства и продовольственную безопасность в республике. С другой стороны посредством широкого посева топинамбура на различных типах почвы можно значительно повысить экономическую отдачу земельных ресурсов Республики Таджикистан.

• Литература

1. Шаззо Р.И., Кайшев В.Г., Гиш Р.А., Екутеч Р.И., Корнена Е.П., Кайшев В.Г. Топинамбур: биология, агротехника выращивания, место в экосистеме, технологии переработки (вчера, сегодня, завтра). Краснодар, 2013. 184 с. ISBN 978-5-91718-262-9. <https://elibrary.ru/tjnxwd>
2. Сафорзада Р.Ш., Халифаев Д.Р., Попов Д.М., Шарапов Ф.С. Исследование аминокислотного состава травы топинамбура культивируемого в Таджикистане. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2014;3(8):136-138. <https://elibrary.ru/tcwfjw>
3. Халифаев Д.Р., Попов Д.М. Получение и стандартизация настойки гомеопатической матричной из свежих клубней топинамбура. *Современные аспекты использования растительного сырья и сырья природного происхождения в медицине*. Москва, 2015. С. 56-62.
4. Новикова Л.Ю., Киру С.Д., Rogozina E.V. Проявление хозяйственно ценных признаков у сортов картофеля (*Solanum L.*) при изменении климата на европейской территории России. *Сельскохозяйственная биология*. 2017;52(1):75-83. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.1.75rus> <https://elibrary.ru/yfqfdv>
5. Менохов М.С., Стрельцова Т.А. Экологическая изменчивость продуктивности картофеля в Горном Алтае. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2008;8(188):29-35. <https://elibrary.ru/jubrdj>
6. Партоев К., Сайдалиев Н.Х., Ясинов Ш.М., Садриддинов С. Корреляционная связь между признаками топинамбура. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015;6(56):36-37. <https://elibrary.ru/vdonxf>
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 368 с.
8. Liava V., Karkanis A., Danalatos N., Tsiropoulos N. Cultivation Practices, Adaptability and Phytochemical Composition of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus L.*): A Weed with Economic Value. *Agronomy*. 2021;(11):914. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050914>
9. Партоев К., Сайдалиев Н., Ахмедов Х.М. О продуктивности топинамбура (*Helianthus tuberosus L.*) в условиях Таджикистана. *Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук*. 2015;3(45):8-11. <https://elibrary.ru/weajbd>
10. Партоев К., Сайдалиев Н., Рахимов А. Урожайность топинамбура (*Helianthus tuberosus L.*) в условиях Гиссарской и Раштской долин Таджикистана. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Алматы, 2013. С. 437-440.
11. Sawicka B., Daniłchenko H., Jariene E., Skiba D., Rachoń L., Barbaś P., Pszczółkowski P. Nutritional Value of Jerusalem Artichoke Tubers (*Helianthus tuberosus L.*) Grown in Organic System under Lithuanian and Polish Conditions. *Agriculture*. 2021;11(5):440. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050440>
12. Stachowiak B., Nowak J., Górna B., Szambelan K. Topinambur – roślina o szerokim zastosowaniu. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*. 2023;112(2):54-67.
13. Sawicka B. Wartosc pastewna slonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus L.*) w warunkach nawozenia azotem. *Ann. Univ. Mariae Curie – Skłodowska. Sect. E*. 1998;(53):97-108.
14. McLaurin W.J., Somda Z.C., Kays S.J. Jerusalem artichoke growth, development, and field storage. I. Numerical assessment of plant part development and dry matter acquisition and allocation. *Journal of Plant Nutrition*. 1999;22(8):1303-1313. <https://doi.org/10.1080/01904169909365714>
15. Swanton C.J., Hamill A.S. Jerusalem artichoke. Ontario Ministry of agriculture food and rural affairs, Factsheets, AgDex 642: 94-077. 1994.
16. Voltolina G. Valutazione di specie diverse per la produzione di fruttosio ed inulina. *Inform. Agr. Verona*, 1994;50(33):25-32.

• References

1. Shazzo R.I., Kaishev V.G., Gish R.A., Yekutech R.I., Kornena E.P., Kaishev V.G. Jerusalem Artichoke: biology, agrotechnics of cultivation, place in the ecosystem, processing technologies (yesterday, today, tomorrow). *Krasnodar*, 2013. 184 p. ISBN 978-5-91718-262-9. <https://elibrary.ru/tjnxwd>,
2. Safarzoda R.S., Khalifaev D.R., Popov D.M., Sharapov F.S. Amino acid composition of grass Jerusalem artichoke cultivated in Tajikistan. *Drug development & registration*. 2014;3(8):136-138. <https://elibrary.ru/tcwfjw>
3. Khalifaev D.R., Popov D.M. Receiving and standardization of tincture of homeopathic matrix from fresh tubers of Jerusalem artichoke. *Modern aspects of the use of plant raw materials and raw materials of natural origin in medicine*. Moscow, 2015. P.56-62.
4. Novikova L.Yu., Kiru S.D., Rogozina E.V. Valuable traits of potato (*Solanum L.*) varieties as influenced by climate change in European Russia. *Agricultural biology*. 2017;52(1):75-83. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.1.75rus> <https://elibrary.ru/yfqfdv>
5. Menokhov M.S., Streltsova T.A. Ecological variability of potato productivity in Gorny Altai. *Siberian herald of agricultural science*. 2008;8(188):29-35. <https://elibrary.ru/jubrdj>
6. Partoev K.P., Saidaliev N.Kh., Yasinov Sh.M., Sadriddinov S. Correlation between the characteristics of Jerusalem artichoke. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015;6(56):36-37. <https://elibrary.ru/vdonxf>
7. Dospikhov B.A. Technique of field experiment / B.A. Dospikhov // M.: 1985. - 368 p.
8. Liava, V.; Karkanis, A.; Danalatos, N.; Tsiropoulos, N. Cultivation Practices, Adaptability and Phytochemical Composition of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus L.*): A Weed with Economic Value. *Agronomy* 2021, 11, 914. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050914>.
9. Partoev K., Saidaliev N., Akhmedov H.M. About productivity of topinambour (*Helianthus tuberosus L.*) in the condition of Tajikistan. *Reports of the Tajik Academy of Agricultural Sciences*. 2015;3(45):8-11. <https://elibrary.ru/weajbd>
10. Partoev K., Saydaliev N., Rakhimov A. Productivity of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) in the conditions of the Gissar and Rasht valleys of Tajikistan. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference. *Almaty-2013*. P. 437-440.
11. Sawicka B., Daniłchenko H., Jariene E., Skiba D., Rachoń L., Barbaś P., Pszczółkowski P. Nutritional Value of Jerusalem Artichoke Tubers (*Helianthus tuberosus L.*) Grown in Organic System under Lithuanian and Polish Conditions. *Agriculture*. 2021;11(5):440. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050440>
12. Stachowiak B., Nowak J., Górna B., Szambelan K. Topinambur – roślina o szerokim zastosowaniu. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*. 2023;112(2):54-67.
13. Sawicka B. Wartosc pastewna slonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus L.*) w warunkach nawozenia azotem. *Ann. Univ. Mariae Curie – Skłodowska. Sect. E*. 1998;(53):97-108.
14. McLaurin W.J., Somda Z.C., Kays S.J. Jerusalem artichoke growth, development, and field storage. I. Numerical assessment of plant part development and dry matter acquisition and allocation. *Journal of Plant Nutrition*. 1999;22(8):1303-1313. <https://doi.org/10.1080/01904169909365714>
15. Swanton C.J., Hamill A.S. Jerusalem artichoke. Ontario Ministry of agriculture food and rural affairs, Factsheets, AgDex 642: 94-077. 1994.
16. Voltolina G. Valutazione di specie diverse per la produzione di fruttosio ed inulina. *Inform. Agr. Verona*, 1994;50(33):25-32.

Об авторах:

Курбонали Партоев – доктор сельскохозяйственных наук, SPIN-код: 3569-1238, <https://orcid.org/0000-0001-9320-3023>, автор для переписки, pkurbonali@mail.ru

Сафармади Мирзоали – кандидат биологических наук, safarmadi.mirzoali@mail.ru

Бахтовар Норасович Сатторов – научный сотрудник, SPIN-код: 2518-9459, baca6600@mail.ru

About the Authors:

Kurbonali Partoev – Dr. Sci. (Agriculture), SPIN-code: 3569-1238, <https://orcid.org/0000-0001-9320-3023>, Corresponding Author, pkurbonali@mail.ru

Safarmadi Mirzoali – Cand. Sci. (Biology), safarmadi.mirzoali@mail.ru

Bakhtovar N. Sattorov – Researcher, SPIN-code: 2518-9459, baca6600@mail.ru