

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЕ И РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, НАКОПЛЕНИЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА В ФРУКТИФИКАЦИЯХ ТИСОВ (*TAXUS L.*), ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. ТРУСОВ¹, Е.В. СОЛОМОНОВА², И.А. САВИНОВ²

(¹Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН

²Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

*В озеленении используется много растений, являющихся потенциальными продуцентами лекарственных, в том числе противоопухолевых веществ. Одними из таких растений являются тисы (*Taxus L.*). При этом фруктификации тисов являются не только лекарственными, но и съедобными. Цель работы – выявление наиболее перспективных тисов по накоплению сухого вещества в ариллусах и семенах для лекарственного и пищевого использования в условиях Московской области. Было изучено морфолого-анатомическое строение фруктификаций 3 видов тисов: *T. baccata*, *T. × media* и *T. canadensis*, – установлены их размерно-весовые характеристики и содержание в них сухого вещества. Установлено, что фруктификации исследованных тисов морфологически схожи между собой. Фруктификации, ариллусы и семена *T. × media* и *T. baccata* крупнее таковых *T. canadensis*, имеют большую массу и содержание воздушно-сухого вещества. Общее содержание сухого вещества в фруктификациях *T. baccata* – 32%, *T. × media* – 35%, *T. canadensis* – 63%; на семена приходится 7, 8 и 45% соответственно, на ариллусы – 25, 27 и 18%. По содержанию сухого вещества в фруктификациях и/или семенах *T. canadensis* представляется более перспективным из изученных видов. Если же в качестве перспективной для пищевого применения части фруктификаций рассматривать съедобный ариллус, то предпочтение можно отдать *T. baccata* и *T. × media*.*

Ключевые слова: тис, тис ягодный, тис средний, тис канадский, фруктификации, семена, ариллусы, морфолого-анатомическое строение, размерно-весовые характеристики, содержание сухого вещества, лекарственные и пищевые растения.

Введение

Растения – кладовая природы, из которой можно черпать разнообразные биологические вещества (БАВ), способные насытить и вылечить человечество. Не всегда польза от применения растительных компонентов, особенно содержащихся в малых дозах, очевидна. Как правило, необходимы значительные усилия по обнаружению источников наиболее ценных природных соединений, обычно извлекаемых целыми комплексами (например, жирные масла вместе с каротиноидами и токоферолами), в отличие от чистых продуктов химического синтеза [19, 34, 36]. Поиск новых природных растительных источников сырья для извлечения БАВ сопряжен с классическими ботаническими исследованиями, основанными на анализе морфолого-анатомической структуры и размерно-весовых характеристиках растительных структур, а также с изучением интродукционного потенциала перспективных растений чужеродных флор [5, 17, 18, 24]. Выявлена перспективность сочных маслянистых плодов, накапливающих уникальные масла во внесеменных частях, формирующихся у представителей разных таксонов высших растений [3, 16, 20, 23]. Однако не только сочные плоды, аккумулирующие в околоплодниках уникальные

соединения, необходимые зародышам будущих спорофитов, но и листья некоторых растений могут служить ежегодным, легко возобновляемым в ежегодном ритме, удобным растительным сырьем. Предположительно промышленное получение подземных долгорастущих корней и корневищ является более затратным, технически сложным и длительным.

Ранее нами изучалась продуктивность листовой массы древогубцев, перспективных растений для получения веществ, обладающих противораковой активностью [4, 21]. Вместе с тем в озеленении используется достаточно много растений, являющихся потенциальными продуцентами лекарственных противоопухолевых веществ. Интродукционный потенциал таких растений известен, агротехника в большей мере разработана, но продуктивность растений в новых для них условиях обитания остается неизученной. Одними из таких растений являются тисы.

Род Тис (*Taxus* L.) относится к семейству Тисовые (*Taxaceae* Gray nom. cons.) и включает в себя 9 видов и 2 гибрида. Тисы являются деревьями или кустарниками, высота растений достигает 10 (20) м. Растет тис относительно медленно, но отличается большой продолжительностью жизни, по разным источникам – от 1,5 до 4 тыс. лет. Произрастает на западе, в центре и на юге Европы, северо-западе Африки, на севере Ирана и юго-западе Азии. В пределах Российской Федерации тис встречается преимущественно в западной части Северного Кавказа (Кавказский заповедник, Тисо-самшитовая роща) и в районе Анапы и Новороссийска; на востоке доходит почти до побережья Каспийского моря, а также в Калининградской области и на российском Дальнем Востоке: Приморском и Хабаровском краях, на Сахалине, южных и средних Курильских островах [1, 12–14, 28]. Несколько видов тисов интродуцированы в Московском регионе [6], некоторые тисы используются в озеленении: *T. × media* – популярное декоративное растение, имеющее несколько декоративных форм; *T. baccata* также традиционно используется в озеленении, в том числе городов юга страны [9]. Все части тиса ядовиты, причиной чего является содержащееся в них вещество таксин [11, 22]. Исключение составляют ариллусоподобные структуры, традиционно в литературе именуемые ариллусами [27, 41]. Мякоть ариллусов желеобразная, сладковатая, легко отделяется от семени. Семя, как и все растение, является ядовитым. Ариллусы же для пищевого использования пригодны, совершенно безопасны и даже полезны. Их состав до сих пор досконально не изучен. Известно, что в составе ариллуса присутствуют витамины, в том числе провитамины А, каротиноиды, полифенолы, фенилпропаноиды, пектин, органические кислоты и небольшое количество углеводов [11]. Важно отметить, что ариллусы тисов применяются в качестве лекарственного сырья. Есть сведения о применении в народной медицине Индии и Китая свежих ариллусов и пищевых (!) продуктов их переработки (соки, джемы, варенья) в качестве тонического, желудочного и отхаркивающего средств [10].

Несмотря на традиционное использование ариллусов тиса в пищу, их применение в пищевой промышленности в настоящий момент находится на уровне поисковых исследований. Широкое использование тисов затруднено рядом факторов, а именно: 1 – медленный рост растений, фруктификации появляются у достаточно взрослых растений; 2 – ядовитость вегетативных частей растения и семян; 3 – малочисленность тисов в природе, *T. baccata* занесен в Красную книгу России, относится к уязвимым видам.

Листья, кора и древесина тисов в своем составе имеют ряд ценных сильнодействующих биологически активных веществ.

1. Терпеноиды. Таксин ($C_{37}H_{51}NO_{10}$) – основное действующее вещество тиса, представляющее собой сумму различных алкалоидов. Он вызывает резкое раздражение слизистых пищеварительного тракта, сопровождаемое рвотой и поносом,

значительно влияет на сердечную деятельность, останавливает дыхание [25, 39]. Также в тисах содержатся и другие алкалоиды: милосейн, эфедрин, гликозид таксикантин. Эфедрин ($C_{10}H_{15}NO$) – психоактивный алкалоид. По фармакологическим свойствам эфедрин близок к адреналину. Он повышает артериальное давление, сужает сосуды, расширяет зрачок и бронхи, уменьшает перистальтику кишечника, возбуждает центральную нервную систему. В медицине эфедрин применяется при бронхиальной астме, в глазной практике и при лечении ряда других заболеваний [26].

2. Стероиды. Кампестерин ($C_{28}H_{48}O$) – фитостерин, структурный компонент клеточной мембраны. Может уменьшать концентрацию холестерина в человеческом организме более чем на 15%. Ситостерин ($C_{29}H_{48}O$) – спирт с одной двойной связью. Фитостерины используют в качестве сырья для получения стероидных гормонов. Ситостерин может применяться в качестве средства для лечения и предупреждения атеросклероза [15].

3. Цианогенные соединения. Токсифиллин ($C_{13}H_{18}N_4O_3$) – производное пурина. Улучшает микроциркуляцию и реологические свойства крови. Расширяет коронарные артерии, увеличивает доставку кислорода к миокарду (антиангинальный эффект), сосуды легких – улучшает оксигенацию крови. Повышает тонус дыхательной мускулатуры (межреберных мышц и диафрагмы) [33].

4. Лигнаны. Паклитоксел ($C_{47}H_{51}NO_{14}$) – таксановый алкалоид, в настоящее время использующийся для лечения различных опухолевых заболеваний, обладает также противовирусной, иммуностабилизирующей, антигрибковой, противоастматической активностью. Присутствие лигнанов в рационе человека резко снижает риск заболевания эстрогензависимыми и сердечно-сосудистыми болезнями [15].

5. Флавоноиды. Гинкгетин ($C_{30}H_{12}O_4(OCH_3)_2$) – фенольное соединение, применяемое при нарушении проводимости периферической и центральной нервной системы, для нормализации мозгового кровообращения, регулирования артериального давления, как бронхолитическое, антиастматическое средство. К сожалению, его содержание в тисе очень мало по сравнению с содержанием Гинкго двулопастного [26].

6. Антоцианы – окрашенные растительные гликозиды, содержащиеся в качестве агликона антоцианидины. Они находятся в растениях, обуславливая красную, фиолетовую и синюю окраску плодов и листьев. Антоцианы рассматривают как вторичные метаболиты. Они разрешены в качестве пищевых добавок, способствуют снижению воспалительных реакций и оксидативного стресса в кишечнике при употреблении избыточного количества жиров и углеводов и улучшают барьерные функции кишечника [26].

При этом наиболее хорошо изучены на предмет содержания лекарственных веществ плохо возобновляемые части растений тисов – в частности, кора, а возобновляемым частям – фруктификациям, заготовка которых не влияет на общее состояние растений, в литературе уделено мало внимания. В связи с тем, что тисы являются потенциальными лекарственными растениями, имеющими возобновляемые съедобные части, используемые в традиционной медицине ряда стран, и растут в условиях интродукции в Московском регионе, перед нами стояла цель изучить особенности репродуктивной биологии тисов в новых для них условиях: как источника перспективных возобновляемых лекарственных и пищевых растительных ресурсов, так и в качестве задела для последующих семеноводческих исследований.

Фруктификации тисов – это семена, заключенные в сочные ариллусоподобные структуры (ариллусы). В зрелых семенах тисов выделяют экзотесту из эпидермы и гиподермы, мезотесту из склеренхимных клеток и эндотесту из паренхимных уплощенных тонкостенных клеток [2]. По данным литературы, ариллус у тисов закладывается в виде кольца под чешуями приблизительно во время опыления семязачатка.

На ранних этапах развития он представляет собой блюдцевидную структуру зеленоватого цвета, растущую медленно. После того, как семенная кожура становится твердой, наблюдается быстрый рост ариллуса, он приобретает чашевидную форму и красный цвет [29, 30, 32]. Ариллус состоит из эпидермы и многослойной паренхимы. Клетки эпидермы мелкие, пигментированные. Клетки паренхимы крупные, тонкостенные, вытянутые радиально и вверх под углом к оси семени [32].

Морфолого-анатомические исследования последних лет показали, что мясистые структуры у *Pseudotaxus* W.C. Cheng и *Taxus* представляют собой разросшиеся видоизмененные семенные чешуи [31]. Благодаря яркой окраске ариллусов, семена тисов распространяются птицами и млекопитающими (мыши, белки, бурундуки, барсуки, лисы) [30, 35, 37, 40]. Ранее одним из авторов было исследовано развитие фруктификаций тисов на примере *T. canadensis*, произрастающего в дендрарии Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН [41]. Данная работа посвящена морфолого-анатомическим и размерно-весовым характеристикам фруктификаций тисов и содержанию в них сухого вещества.

Цель исследований: установить особенности накопления сухого вещества в ариллусах и семенах тисов в условиях Московской области для выявления перспективных видов для последующих биохимических и семеноводческих исследований.

Для решения цели были поставлены следующие задачи:

- оценка перспективности выращивания тиса в Московской области по итогам многолетних наблюдений;
- исследование морфолого-анатомического строения зрелых фруктификаций и их частей;
- исследование морфометрических показателей фруктификаций и их частей;
- определение содержания воздушно-сухого и абсолютно-сухого вещества в частях фруктификаций тисов;
- проведение сравнительной оценки морфолого-анатомических, морфометрических и биохимических характеристик фруктификаций тисов.

Материал и методы исследований

Объектами изучения были фруктификации тисов, созревающие в коллекции дендрария ГБС РАН: тиса ягодного (*T. baccata* L.), тиса среднего (*T. × media* Rehder) и тиса канадского (*T. canadensis* Marshall). Фруктификации *T. × media* и *T. canadensis* в литературе описаны весьма фрагментарно.

Тис ягодный (*Taxus baccata* L.) – вечнозеленое дерево высотой до 17 (27) м с яйцевидно-цилиндрической кроной, растущее в хвойно-широколиственных и широколиственных лесах Европы, Кавказа, Западной Азии и Северной Африки. Период жизни – до 4000 лет. Кора красновато-бурая, продольно-трещиноватая, отслаивающаяся пластинками. Листья – 20–35 × 2–2,5 мм, линейно-ланцетные, по краю слегка завернутые, сверху темно-зеленые, блестящие, снизу бледно-зеленые, тусклые; сохраняются 4–8 лет. Пылит в апреле-мае, начиная с 20–30 лет. Фруктификации созревают в конце августа – сентябре. Ариллус ярко-красный, бокаловидный, охватывающий семя до верхушки. Семена – 6–8 × около 5 мм, эллипсоидально-яйцевидные, заостренные на верхушке и слегка сплюснутые с боков, буроватые. Масса 1000 семян составляет 45–60 г. В 1 кг фруктификаций – 150–200 г семян [9, 12, 28].

Тис средний (*T. × media* Rehder) – гибридный вид от тиса ягодного и тиса остроконечного (*Taxus cuspidata* Siebold & Zucc.), отличается более быстрым ростом и восходящими вверх побегами. Кора оливково-зеленая, на солнце красноватая. Листья

имеют размер 13–27 × 2–3 мм, игольчатые. Фруктификации созревают в конце августа – сентябре [9].

Тис канадский (*Taxus canadensis* Marshall) – вечнозеленый кустарник высотой до 1 (2) м с восходящими ветвями, встречающийся в хвойных и хвойно-широколиственных лесах восточной части Северной Америки. Кора красноватая, тонкая. Листья – 10–25 × 1–2,4 мм, слегка серповидно-изогнутые, на верхушке коротко заостренные, сверху желтовато-зеленые, снизу бледно-зеленые. Фруктификации созревают в конце августа – сентябре. Ариллус ярко-красный, бокаловидный, охватывающий семя до верхушки. Семена – 4–5 мм длиной, слегка сплюснутые с боков. В культуре в Европе – с 1800 года [9, 28, 38].

Для изучения собирали около 120 фруктификаций каждого вида. Часть материала была зафиксирована в 70%-ном растворе этанола для морфолого-анатомического исследования. Большая часть предназначалась для сушки до воздушно-сухого состояния с помощью духового шкафа марки Ariston FT95VC.

Морфологические и анатомические характеристики фруктификаций изучали под световым микроскопом Биолам ЛОМО. Для светового микрофотографирования готовили временные водные препараты, а также глицериновые препараты длительного хранения. Выполняли поперечные срезы бритвенным лезвием марки Gillette от руки. Фотоснимки препаратов делали с помощью фотоаппарата Canon EOS650D с использованием насадки Sigma 150mm 1:2,8 APO Micro DG HSM.

Измерения диаметра и длины фруктификаций и семян осуществляли с помощью штангенциркуля ШЦ-II-250–0,05 в 10-кратной повторности.

Для определения воздушно-сухой массы фруктификаций и их частей использовали весы Pocket Scale ML-A03. Повторность – 20-кратная. Рассчитывали абсолютное содержание воздушно-сухого вещества в 1 фруктификации, 1 ариллусе и 1 семени каждого вида тисов, а также относительное содержание воздушно-сухого вещества в ариллусе и семени.

Содержание абсолютно-сухого вещества определяли по стандартной методике [7], для чего использовали воздушно-сухие фруктификации. Образцы перемалывали в электрокофемолке ЗММ. Измельченные семена и ариллусы помещали в заранее приготовленные и высушенные фильтр-пакеты. Затем эти пакеты помещали в сушильный шкаф, нагретый до температуры 100–110 °С. Повторность анализов – 4-кратная. Сухую массу определяли сушкой до постоянного веса.

Обработку полученного цифрового материала проводили методами вариационной статистики [8]. Вычисляли относительное содержание сухого вещества в ариллусе и семени фруктификации и ее оводненность.

Результаты и их обсуждение

Фруктификации тисов схожи между собой. У *T. × media* фруктификации более округлые, у двух других видов – сплюснутые по продольной оси, что у *T. canadensis* более выражено. Каждая фруктификация содержит одно семя, окруженное чашеобразным красновато-оранжевым ариллусом (рис. 1). Семена бурые, блестящие, твердые, эллипсоидальной или яйцевидной формы, с заостренной верхушкой.

Результаты исследований, касающихся общего строения фруктификаций тиса, соответствуют приведенным ранее данным литературы [12, 28, 38].

Анатомическое строение ариллусов и семян тисов представлено на рисунке 2.

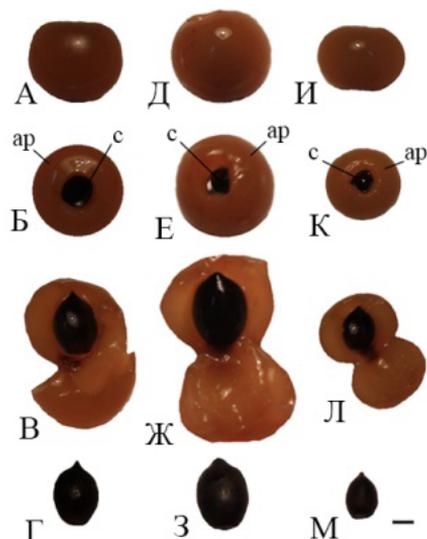


Рис. 1. Морфологическое строение фруктификаций тисов:

А-Г – *T. baccata*; Д-З – *T. × media*; И-М – *T. canadensis*; А, Д, И – фруктификации, вид сбоку; Б, Е, К – фруктификации, вид сверху; В, Ж, Л – местоположение семян в фруктификациях; Г, З, М – семена, вид сбоку; ар – ариллус; с – семя. Масштабная линейка – 1 мм

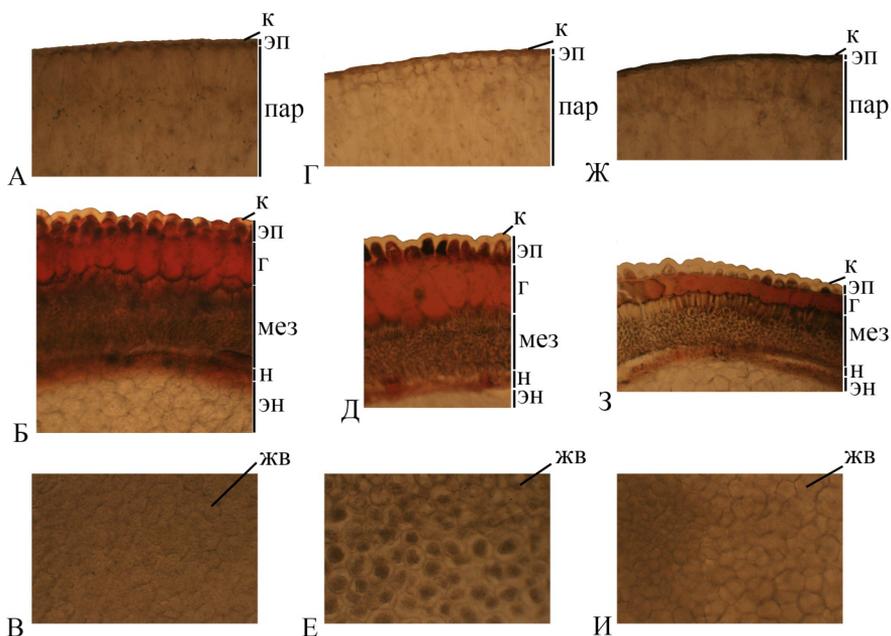


Рис. 2. Анатомическое строение фруктификаций тисов, поперечные срезы:

А-В – *T. baccata*; Г-Е – *T. × media*; Ж-И – *T. canadensis*; А, Г, Ж – ариллус; Б, Д, З – семенная кожура; В, Е, И – клетки эндосперма; г – гиподерма; жв – жировые включения; к – кутикула; мез – мезодерма; н – остатки нуцеллуса; пар – паренхима; эн – эндосперм; эп – эпидерма. Масштабная линейка – 0,1 мм

Ариллус многослойный состоит из однослойной эпидермы и многослойной паренхимы. Клетки эпидермы таблитчатые, покрыты кутикулой. Паренхима состоит из густоплазменных клеток с заметными ядрами, расположенных плотно. В клетках ариллуса присутствуют хромопласты.

Семенная кожура – многослойная. Эпидерма состоит из одного слоя таблитчатых клеток, слегка пирамидальных на поперечном срезе и покрытых кутикулой. Под эпидермой располагается слой гиподермы из клеток с бурым содержимым. У *T. baccata* и *T. × media* они вытянуты радиально, у *T. canadensis* – уплощены парадермально. Под гиподермой находится многослойная мезодерма из нескольких слоев склеренхимных клеток. Эндосперм – из плотно расположенных клеток с обильными жировыми включениями. Между семенной кожурой и эндоспермом находятся облитерированные остатки нуцеллуса.

Длина (совпадает с длиной ариллусов) и диаметр фруктификаций, длина и диаметр семян, масса фруктификаций, семян и ариллусов представлены в таблице 1. В связи с сочной консистенцией масса ариллуса рассчитывалась по разнице масс фруктификаций и семян.

Как следует из таблицы 1, фруктификации *T. × media* являются самыми крупными, а фруктификации *T. canadensis* – наиболее мелкими. Фруктификации *T. baccata* занимают среднее положение среди исследуемых видов. По весовым показателям фруктификаций и семян распределение исследуемых видов соответствуют распределению их по размерам, то есть более крупные имеют большую массу. Результаты ряда измерений недостоверны, но представительны, так как показатели точности опытов незначительно превышают 5%. Морфометрические и весовые характеристики у фруктификаций *T. baccata* и *T. × media* варьируют средне (10–20%) в отличие от *T. canadensis*, где коэффициент достигает 29%, что говорит о высокой степени вариации. Фруктификации *T. canadensis* являются наиболее разнородными по своим морфометрическим и весовым параметрам и наименее перспективными ввиду малых размеров.

Таблица 1

Морфометрические и весовые показатели фруктификаций и их частей

Вид \ Параметр	<i>T. baccata</i>				<i>T. × media</i>				<i>T. canadensis</i>			
	M±m _M	tm _M	V, %	P, %	M±m _M	tm _M	V, %	P, %	M±m _M	tm _M	V, %	P, %
Фруктификация												
длина, см	0,66±0,03	0,08	16,29	5,15	0,73±0,03	0,06	11,27	3,56	0,55±0,03	0,08	19,63	6,21
диаметр, см	0,72±0,03	0,66	12,76	4,04	0,75±0,04	0,09	16,92	5,35	0,55±0,03	0,07	17,67	5,59
масса, г	0,44±0,02	0,04	19,34	4,32	0,51±0,02	0,05	20,89	4,67	0,25±0,02	0,04	29,78	6,66
Семя												
длина, см	0,52±0,01	0,30	8,11	2,56	0,64±0,02	0,05	10,93	3,45	0,46±0,02	0,04	11,23	3,55
диаметр, см	0,35±0,02	0,04	15,06	4,76	0,37±0,02	0,03	13,06	4,13	0,32±0,02	0,05	19,74	6,25
масса, г	0,04±0,01	0,01	29,44	6,58	0,07±0,01	0,01	16,08	3,60	0,04±0,01	0,01	28,93	6,47
Ариллус												
масса, г	0,40	—	—	—	0,44	—	—	—	0,21	—	—	—

Примечание: M±m_M – средняя арифметическая и ее ошибка; tm_M – доверительный интервал; V – коэффициент вариации; P – показатель точности опыта для стандартного доверительного уровня 95% (точность опыта считается удовлетворительной при значениях показателя, не превышающих 5%).

Различия между размерно-весовыми характеристиками фруктификаций тисов оценивали по критерию Стьюдента (t-критерий). Было установлено, что по длине фруктификаций различие *T. baccata* и *T. × media* недостоверно – $t_{эмп} (1,8) < t_{табл} (2,1)$; различия *T. baccata* и *T. canadensis*, *T. × media* и *T. canadensis* достоверны – $t_{эмп} (2,8) > t_{табл} (2,1)$, и $t_{эмп} (4,8) > t_{табл} (2,1)$ соответственно. По диаметру фруктификаций различие *T. baccata* и *T. × media* недостоверно – $t_{эмп} (0,8) < t_{табл} (2,1)$; различия *T. baccata* и *T. canadensis*, *T. × media* и *T. canadensis* достоверны – $t_{эмп} (4,3) > t_{табл} (2,1)$ и $t_{эмп} (4,0) > t_{табл} (2,1)$ соответственно. По длине семян различия *T. baccata* и *T. × media*, *T. baccata* и *T. canadensis*, и *T. × media* и *T. canadensis* достоверны – $t_{эмп} (6,0) > t_{табл} (2,1)$, $t_{эмп} (3,0) > t_{табл} (2,1)$ и $t_{эмп} (9,0) > t_{табл} (2,1)$ соответственно. По диаметру семян различия *T. baccata* и *T. × media*, *T. baccata* и *T. canadensis* недостоверны – $t_{эмп} (1,0) < t_{табл} (2,1)$ и $t_{эмп} (1,5) < t_{табл} (2,1)$ соответственно; различия *T. × media* и *T. canadensis* достоверны – $t_{эмп} (2,5) > t_{табл} (2,1)$. По массе фруктификаций различия *T. baccata* и *T. × media*, *T. baccata* и *T. canadensis*, и *T. × media* и *T. canadensis* достоверны – $t_{эмп} (2,3) > t_{табл} (2,02)$, $t_{эмп} (9,5) > t_{табл} (2,02)$ и $t_{эмп} (13,0) > t_{табл} (2,1)$ соответственно. По массе семян различия *T. baccata* и *T. × media*, *T. baccata* и *T. canadensis*, и *T. × media* и *T. canadensis* недостоверны – $t_{эмп} (1,8) < t_{табл} (2,02)$, $t_{эмп} (0,08) < t_{табл} (2,02)$ и $t_{эмп} (1,70) < t_{табл} (2,02)$ соответственно.

Примечательно, что фруктификации *T. baccata*, собранные на территории дендрария ГБС РАН, по данным литературы, по длине и диаметру превосходят таковые [8, 41].

Содержание воздушно-сухого вещества в фруктификациях и их частях у трех исследуемых видов представлено в таблице 2.

Наибольшее содержание воздушно-сухого вещества в фруктификациях *T. × media* составляет $0,18 \pm 0,01$ г (35,29%). Наиболее оводненные фруктификации *T. canadensis* – $0,07 \pm 0,01$ г (28,00%), а также семена и ариллусы этого вида. Фруктификации и ариллусы *T. baccata* занимают промежуточное значение по содержанию воздушно-сухого вещества среди изученных видов тисов – $0,14 \pm 0,01$ г (31,82%). В фруктификациях тисов основное содержание воздушно-сухого вещества приходится на ариллусы: *T. × media* – $0,14 \pm 0,01$; *T. baccata* – $0,11 \pm 0,01$; *T. canadensis* – $0,05 \pm 0,01$ г. В семенах содержание воздушно-сухого вещества меньше: *T. × media* – $0,05 \pm 0,01$; *T. baccata* – $0,04 \pm 0,01$; *T. canadensis* – $0,03 \pm 0,01$ г.

Таблица 2

Содержание воздушно-сухого вещества в фруктификациях тисов, г

Вид	<i>T. baccata</i>				<i>T. × media</i>				<i>T. canadensis</i>			
	$M \pm t_{mM}$	t_{mM}	V, %	P, %	$M \pm t_{mM}$	t_{mM}	V, %	P, %	$M \pm t_{mM}$	t_{mM}	V, %	P, %
фруктификация	$0,14 \pm 0,01$	0,01	21,63	4,83	$0,18 \pm 0,01$	0,01	10,33	1,63	$0,07 \pm 0,01$	0,01	21,91	3,46
ариллус	$0,11 \pm 0,01$	0,01	25,84	4,08	$0,14 \pm 0,01$	0,01	14,36	2,27	$0,05 \pm 0,01$	0,01	27,99	4,42
семя	$0,04 \pm 0,01$	0,01	22,34	3,53	$0,05 \pm 0,01$	0,01	19,19	3,03	$0,03 \pm 0,01$	0,01	27,50	4,34

Примечание. $M \pm t_{mM}$ – средняя арифметическая и ее ошибка; t_{mM} – доверительный интервал; V – коэффициент вариации; P – показатель точности опыта для стандартного доверительного уровня 95% (точность опыта считается удовлетворительной при значениях показателя, не превышающих 5%).

Различия между содержанием воздушно-сухого вещества в фруктификациях тисов оценивали по критерию Стьюдента (t-критерий). Было установлено, что различия по содержанию воздушно-сухого вещества в фруктификациях *T. baccata* и *T. × media*, и *T. × media* и *T. canadensis* достоверны – $t_{эмп} (7,7) > t_{табл} (2,0)$ и $t_{эмп} (4,45) > t_{табл} (2,0)$ соответственно; различия *T. baccata* и *T. canadensis* недостоверны – $t_{эмп} (1,94) > t_{табл} (2,0)$.

По содержанию воздушно-сухого вещества в ариллусах различия *T. baccata* и *T. × media* недостоверно – $t_{эмп} (0,62) < t_{табл} (2,0)$; различия *T. baccata* и *T. canadensis*, и *T. × media* и *T. canadensis* достоверны – $t_{эмп} (2,02) > t_{табл} (2,0)$ и $t_{эмп} (3,68) > t_{табл} (2,0)$. По содержанию воздушно-сухого вещества в семенах различия *T. baccata* и *T. × media*, *T. baccata* и *T. canadensis*, и *T. × media* и *T. canadensis* недостоверны – $t_{эмп} (1,03) < t_{табл} (2,0)$, $t_{эмп} (0,87) < t_{табл} (2,0)$ и $t_{эмп} (1,87) < t_{табл} (2,0)$ соответственно. При этом наибольшее содержание воздушно-сухого вещества в пересчете на свежие семена у *T. baccata* составляет 91,76%, а наименьшее у *T. canadensis* – 65,34%; *T. × media* занимает промежуточное значение – 71,77%. Содержание воздушно-сухого вещества в воздушно-сухих ариллусах в пересчете на свежие ариллусы возрастает в ряду *T. canadensis*, *T. baccata* и *T. × media* – 23,19; 28,32 и 30,91% соответственно. Относительное содержание воздушно-сухого вещества в ариллусах *T. canadensis* наибольшее (36,84%) против 25,66 и 27,96% у *T. baccata* и *T. × media*. На семена приходится 63,16; 74,34; 72,04% соответственно (рис. 3). Показатель точности опыта не превышает 5%, что указывает на достоверность представленных данных. Коэффициенты вариации у *T. baccata* и *T. canadensis* высокие (20–30) в отличие от *T. × media*, где степень вариации имеет средние показатели (10–19).

Содержание абсолютно сухого вещества в воздушно-сухих ариллусах и семенах у трех исследуемых видов представлено в таблице 3.

Из таблицы 3 следует, что содержание влаги в воздушно-сухих ариллусах и семенах тисов является минимальным. Оно находится в интервалах $91,00 \pm 0,79 - 95,00 \pm 0,23\%$ для ариллусов и $88,00 \pm 1,42 - 94,00 \pm 0,86\%$ для семян. Наиболее хорошо в естественных условиях усыхают фруктификации *T. canadensis*. Воздушно-сухие фруктификации *T. × media* имеют наибольшую влажность среди исследованных видов тисов.

На основании данных о массе фруктификации, ее частей и об их оводненности были рассчитаны доли сухого вещества в одной фруктификации (рис. 4).

Наибольшее содержание сухого вещества зафиксировано в фруктификациях *T. canadensis* – 63%, при этом на семя приходится 45%, а на ариллус – 18%. У фруктификаций *T. baccata* и *T. × media* основное сухое вещество сосредоточено в ариллусах – 25 и 27% соответственно, а на семя приходится всего 7 и 8%. При этом общая оводненность их фруктификаций составляет 68 и 65%, что почти в 2 раза больше таковой у *T. canadensis* (37%). По содержанию сухого вещества в фруктификациях и/или семенах *T. canadensis* представляется более перспективным из изученных видов. Если же в качестве перспективной части фруктификаций рассматривать ариллус, то предпочтение можно отдать *T. baccata* и *T. × media*.

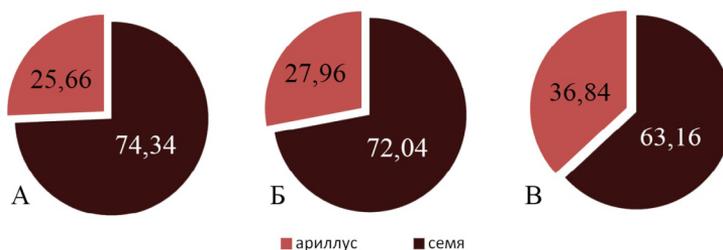


Рис. 3. Относительное содержание воздушно-сухого вещества в ариллусах и семенах тисов, %: А – *T. Baccata*; Б – *T. × media*; В – *T. canadensis*

Содержание абсолютно сухого вещества в воздушно-сухих ариллусах и семенах у представителей рода *Taxus L.*

Часть \ Вид	<i>T. baccata</i>				<i>T. × media</i>				<i>T. canadensis</i>			
	$M \pm t_m$	t_m	V, %	P, %	$M \pm t_m$	t_m	V, %	P, %	$M \pm t_m$	t_m	V, %	P, %
ариллус	92,00± 1,08	3,44	2,35	1,17	91,00± 0,79	2,50	4,83	2,36	95,00± 0,23	0,75	7,61	1,08
семя	93,00± 1,22	3,89	2,63	1,32	88,00± 1,42	4,53	8,44	2,19	94,00± 0,86	2,73	9,34	2,59

Примечание. $M \pm t_m$ – средняя арифметическая и ее ошибка; t_m – доверительный интервал; V – коэффициент вариации; P – показатель точности опыта для стандартного доверительного уровня 95% (точность опыта считается удовлетворительной при значениях показателя, не превышающих 5%).

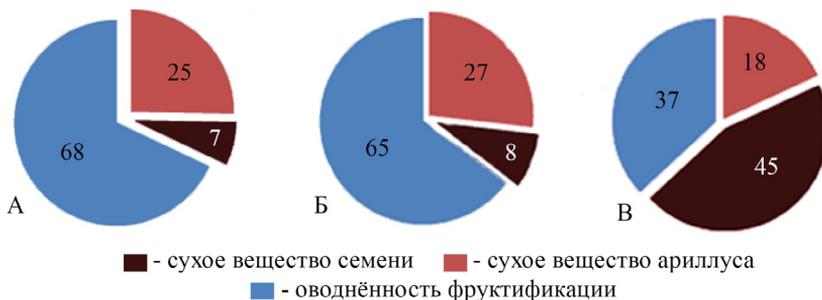


Рис. 4. Содержание сухого вещества в семени и ариллусе одной фруктификации представителей рода *Taxus L.* и ее оводненность, %:
 А – *T. Baccata*; Б – *T. × media*; В – *T. canadensis*

Выводы

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В условиях Московского региона у *T. baccata*, *T. × media* и *T. canadensis* ежегодно созревает достаточно большое количество фруктификаций.

2. Фруктификации исследованных тисов схожи между собой; у *T. × media* они более шаровидные, у *T. × media* и *T. canadensis* – сплюснутые по продольной оси. Семена – одиночные, бурые, блестящие, твердые, эллипсоидальные или яйцевидные, на верхушке заостренные, до верхушки покрыты мясистым сочным оранжево-красным ариллусом.

3. Ариллус многослойный состоит из однослойной эпидермы и многослойной паренхимы, в клетках которых присутствуют хромопласты. Семенная кожура многослойная, из однослойной эпидермы, покрытой кутикулой, однослойной гиподермы (у *T. baccata* и *T. × media* клетки вытянуты радиально, у *T. canadensis* – уплощены парадермально) и из многослойной мезодермы из склеренхимных клеток. Эндосперм – из плотно расположенных клеток с обильными жировыми включениями.

4. Фруктификации (по размерам равны ариллусам) *T. canadensis* отличаются меньшими размерами, их длина и диаметр – по $0,55 \pm 0,03$ см, длина и диаметр

семян – $0,46 \pm 0,02$ и $0,32 \pm 0,02$ см. Самые крупные фруктификации (ариллусы) и семена у *T. × media* – $0,73 \pm 0,03 \times 0,75 \pm 0,04$ см и $0,64 \pm 0,02 \times 0,37 \pm 0,02$ см соответственно. Фруктификации (ариллусы) и семена *T. baccata* занимают промежуточное положение: $0,66 \pm 0,03 \times 0,72 \pm 0,03$ см и $0,52 \pm 0,01 \times 0,35 \pm 0,02$ см соответственно.

5. Наибольшая масса фруктификаций, семян и ариллусов у *T. × media* – $0,51 \pm 0,02$; $0,07 \pm 0,01$; $0,44$ г соответственно. Наименьшая масса ариллусов – у *T. canadensis* ($0,21$ г). У *T. baccata* масса ариллуса имеет промежуточное значение – $0,44$ г. Масса семян у *T. baccata* и *T. canadensis* практически одинаковая – $0,04 \pm 0,01$ г.

6. Наибольшее содержание воздушно-сухого вещества – в фруктификациях *T. × media* (35,29%); в ариллусах *T. × media* – 30,91%; в семенах *T. baccata* – 91,76%. Наименьшее его содержание в фруктификациях, семенах и ариллусах *T. Canadensis*: 28,00%; 23,19; 65,34% соответственно.

7. Наибольшее относительное содержание воздушно-сухого вещества в фруктификациях приходится на семена: *T. baccata* – 74,34%; *T. × media* – 72,04; *T. canadensis* – 63,16%.

8. Содержание абсолютно сухого вещества в воздушно-сухих ариллусах находится в интервале $91,00 \pm 0,79$ – $95,00 \pm 0,23$ %, в семенах – $88,00 \pm 1,42$ – $94,00 \pm 0,86$ %. Наиболее хорошо в естественных условиях усыхают фруктификации *T. canadensis*.

9. Общее содержание сухого вещества в фруктификациях *T. baccata* составляет 32%, *T. × media* – 35%, *T. canadensis* – 63%. На семена приходится 7, 8 и 45%, на ариллусы – 25, 27 и 18% соответственно.

10. По наибольшему содержанию сухого вещества в фруктификациях и/или семенах *T. canadensis* представляется более перспективным из изученных видов. Если же в качестве перспективной для лекарственного и пищевого применения части фруктификаций рассматривать съедобные ариллусы, то предпочтение можно отдать *T. baccata* и *T. × media*, накапливающим наибольшее количество сухого вещества.

Исследования частично выполнены в рамках государственного задания ГБС РАН по теме «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», № 122042700002–6.

Библиографический список

1. Баркалов В.Ю. Флора Курильских островов: Монография. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 466 с.
2. Бобров А.В. Сравнительная морфология и анатомия семян представителей порядков Rodocarpaceae, Cerphalotaxales и Taxales (Gymnospermae) в связи с их систематикой и филогенией: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: МГУ, 1997. – 24 с.
3. Савинов И.А., Соломонова Е.В. и др. Ботаника. Систематика растений и грибов. Практикум: Учебное пособие для вузов / И.А. Савинов, Е.В. Соломонова, Е.Ю. Ембатурова, Т.Д. Ноздрина. – СПб.: Лань, 2022. – 84 с.
4. Савинов И.А., Соломонова Е.В., Трусов Н.А., Симаков Г.А. Ботаническая оценка лекарственного потенциала древогубцев (*Celastrus* L.) // Известия ТСХА. – 2022. – № 6. – С. 13–30. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-6-13-30.
5. Трусов Н.А., Морозова М.Ю., Яценко И.О. и др. Возможность выращивания декеней Фаргеза (*Decaisnea fargesii* Franch.; Lardizabalaceae R.Br.) в условиях Московского региона // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 8 (185). – С. 72–83. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-8-72-83.
6. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / Отв. ред. А.С. Демидов. – М.: Наука, 2005. – 586 с.

7. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Мурри И.К. Методы биохимического исследования растений. – М.: Государственное изд-во сельскохозяйственной литературы, 1952. – 520 с.
8. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике: Справочное пособие. – М.: Наука, 1990. – 423 с.
9. Каталог древесных растений, выращиваемых в питомниках АППМ / Отв. ред. М. Ахмечет. – М.: АППМ, 2017. – 432 с.
10. Кобузов Г.М., Муратова Е.Н. Современные голосеменные (морфолого-систематический обзор и кариология): Монография. – Л.: Наука, 1986. – 191 с.
11. Коломиец Н.Э., Марьин А.А. Семейство Тахасеae S.F. Gray.: состав метаболитов, фармакологические свойства, препараты // Химия растительного сырья. – 2024. – № 3. – С. 28–48. DOI: 10.14258/jcprpm.20240313382.
12. Комаров В.Л. Род 37. Тис – *Taxus* L. // Флора СССР. Т. I / Гл. ред. – акад. В.Л. Комаров. – Л.: Изд-во АН СССР, 1934. – С. 131–133.
13. Коропачинский И.Ю. Сем. Тисовых – Тахасеae S.F. Gray // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 4 / Отв. ред. С.С. Харкевич. – Л.: Наука, 1989. – С. 24–25.
14. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. ред. Ю.П. Трутнев. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.
15. Лекарственные растения // Химико-фармацевтический журнал. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://chem.folium.ru/index.php/chem/article/view/606/606>.
16. Малинкина Е.В., Кислухина О.В., Румянцев В.Ю. Сочные плоды дикорастущих и культурных растений как сырье для получения витаминизированных масел // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: сб. тр. конф. (Москва – Пущино, 20–24 июня 2001 г.). – Т. III. – Москва-Пущино: Российский университет дружбы народов, 2001. – Т. III. – С. 532–534.
17. Черятова Ю.С., Ембатунова Е.Ю., Соломонова Е.В., Монахов С.Г. Морфометрическая характеристика плодов рапса (*Brassica napus* L.) // Естественные и технические науки. – 2023. – № 8 (183). – С. 85–87.
18. Соломонова Е.В., Трусов Н.А., Морозова М.Ю., Ноздрина Т.Д. Морфометрические и весовые характеристики экзотического съедобного плода декенеи Фаргеза (*Decaisnea fargesii* Franch.) (Лардизабаловые – Lardizabalaceae R.Br.), произрастающей в условиях Московского региона // Социально-экологические технологии. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 249–264. DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-3-249-264.
19. Лебедева Д.Д., Трусов Н.А., Соломонова Е.В. и др. Перспективы использования хвойных растений Московского региона в качестве биобезопасного источника аскорбиновой кислоты // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 8. – С. 31–35.
20. Ноздрина Т.Д., Трусов Н.А., Солнышкова А.А., Соломонова Е.В. Плоды бересклетов как источник масел // День Науки: Материалы Общеуниверситетской научной конференции молодых ученых и специалистов (Москва, 1–30 апреля 2016 г.). – М.: Московский государственный университет пищевых производств, 2016. – Ч. 2. – С. 81–82.
21. Савинов И.А., Соломонова Е.В., Трусов Н.А., Симаков Г.А. Продуктивность листовой массы *Celastrus orbiculatus* Thunb. (Celastraceae) в условиях Московского региона // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 12 (189). – С. 49–53. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-49-53.
22. Растительные ресурсы России и сопредельных государств / Отв. ред. А.Л. Буданцев. – СПб.: Мир и семья, 1996. – Ч. I. Семейства Lycopodiaceae – Ephemdraceae. – Ч. II. Дополнения к 1–7 томам. – С. 38–40.

23. Созонова Л.И., Трусов Н.А., Соломонова Е.В. О классификации и номенклатуре сочных плодов // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2012. – № 3 (198). – С. 65–67.
24. Савинов И.А., Трусов Н.А., Соломонова Е.В., Ноздрина Т.Д. Структура, морфогенез и эволюционные преобразования плодов с крыловидными выростами у представителей семейства Celastraceae R. Br // Turczaninowia. – 2015. – Т. 18, № 1. – С. 60–66. DOI: 10.14258/turczaninowia.18.1.7.7.
25. Таксоидные препараты // Медицинская энциклопедия. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.med-dic.ru/html-med/t/taksoidn3e-preparat3.html>.
26. Токсикология ядовитых растений // Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cnsbh.ru/AKDIL/0045/base/k0260026.shtm>.
27. Трусов Н.А. Морфологическая природа и функции ариллузов некоторых представителей родов *Aristolochia*, *Asarum*, *Celastrus*, *Euonymus*, *Euphorbia*, *Viola* и *Taxus* // Turczaninowia. – 2016. – Т. 19, № 3. – С. 106–114.
28. Уханов В.В. Род *Taxus* L. – Тисс // Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции / Под ред. С.Я. Соколова, Б.К. Шишкина. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – Т. I. – С. 19–31.
29. Bierhorst D.W. Morphology of Vascular Plants. – New York, USA: Macmillan Co, 1971. – 566 p.
30. DiFazio S.P. The Reproductive Ecology of Pacific Yew (*Taxus brevifolia* Nutt.) under a Range of Overstory Conditions in Western Oregon: A Thesis ... degree of Master of Science. – Oregon, USA: Oregon State University, 1996. – 178 p.
31. Dörken V.M., Nimsch H., Rudall P.J. Origin of the Taxaceae Aril: Evolutionary Implications of Seed-cone Teratologies in *Pseudotaxus chienii* // Annals of Botany. – 2019. – Vol. 123. – Pp. 133–143.
32. Dupler A.W. Ovuliferous Structures of *Taxus canadensis* // Botanical Gazette. – 1920. – Vol. 69. – Pp. 492–520.
33. English Yew. *Taxus baccata* // Medicinal Plants of the Northeast. – [Electronic resource]. – URL: http://www.bio.brandeis.edu/fieldbio/medicinal_plants/pages/English_Yew.htm.
34. Solomonova E.V., Nozdrina T.D., Trusov N.A. et al. Food Potential of Alternative Pome Fruit Trees Cultivated in Moscow Region // Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. – 2019. – Vol. 20, № 4. – Pp. 597–607.
35. Howe H.F., Westley L.C. Ecology of Pollination and Seed Dispersal // In: Crawley M.I. (ed.). Plant Ecology. – Oxford, UK: Blackwell Scientific Publ., 1986. – Pp. 185–215.
36. Solomonova E.V., Trusov N.A., Nozdrina T.D. Search for alternative plant raw materials for food industry and environmentally safe animal breeding // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2021. – Vol. 16, № 1. – Pp. 18–29. DOI: 10.22363/2312-797X-2021-16-1-18-29.
37. Suszka B. Generative and Vegetative Reproduction // In: Markewicz H. (transl.). The Yew – *Taxus baccata* L. (Cis Pospolity). – Springfield, VA: National Technical Information Service, 1975. – Pp. 87–102.
38. *Taxus canadensis* Marshall // Flora of North America. – [Electronic resource]. – URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=233501254.
39. Tekol Y. The Medieval Physician Avicenna Used an Herbal calcium Channel Blocker, *Taxus baccata* L. // Phytotherapy Research. – 2007. – Vol. 21, № 7. – Pp. 701–702.
40. Tittensor R.M. Ecological History of Yew *Taxus baccata* L. in Southern England // Biol. Cons. – 1980. – Vol. 17. – Pp. 243–265.
41. Trusov N.A. Development of the Seed-cones *Taxus canadensis* in Culture (Tsytsin Main Botanical Garden RAS, Moscow, Russia) // Botanica Pacifica. – 2022. – Vol. 11, № 1. – Pp. 74–82. DOI: 10.17581/bp.2022.11115.

MORPHOLOGY-ANATOMICAL STRUCTURE, SIZE-WEIGHT CHARACTERISTICS, DRY MATTER ACCUMULATION IN FRUCTIFICATIONS OF *TAXUS* L. INTRODUCED IN THE MOSCOW REGION, RUSSIA

N.A. TRUSOV¹, E.V. SOLOMONOVA², I.A. SAVINOV²

(¹N.V.Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences;

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Many plants that are potential producers of medicinal substances, including antitumor substances, are used in landscaping. *Taxus* L. is one of the such plants. Their fructifications are not only medicinal, but also edible. The aim of the article is to identify of the most promising species of yews for accumulation of dry matter in arils and seeds, as the medicinal and food plants, in the conditions of Moscow region. Morphology-anatomical structure of fructifications of three yew species was studied: *T. baccata*, *T. × media* and *T. canadensis*, their size-weight characteristics and dry matter content were revealed. The fructifications of the studied species are morphologically similar to each other. The fructifications, arils and seeds of *T. × media* and *T. baccata* are larger than those of *T. canadensis*, have a high mass and air-dry matter content. The total dry matter content in fructifications of *T. baccata* is 32%, in *T. × media* – 35%, in *T. canadensis* – 63%; seeds account for 7%, 8% and 45%, respectively, and arils – 25%, 27% and 18%. Based on the dry matter content of fructifications and/or seeds, *T. canadensis* seems to be more promising among the species studied. If edible aril is considered as a part of the fructification that is promising for food use, *T. baccata* and *T. × media* may be favoured.

Key words: yew, *Taxus baccata*, *T. × media*, *T. canadensis*, fructifications, seeds, arils, morphology-anatomical structure, size-weight characteristics, dry matter content, medicinal and food plants.

References

1. Barkalov V.Yu. *Flora of the Kuril Islands*. Vladivostok, Russia: Dalnauka, 2009:466. (In Russ.)
2. Bobrov A.V. *Comparative morphology and anatomy of seeds of representatives of the orders Podocarpaceae, Cephalotaxales and Taxales (Gymnospermae) in relation to their systematics and phylogeny*: CSc (bio) thesis. Moscow, Russia: MGU, 1997:24. (In Russ.)
3. Savinov I.A., Solomonova E.V., Embaturova E.Yu., Nozdrina T.D. *Botany. Taxonomy of plants and fungi. Manual: a textbook for universities*. St. Peterburg, Russia: Lan', 2022:84. (In Russ.)
4. Savinov I.A., Solomonova E.V., Trusov N.A., Simakov G.A. Botanical evaluation of medicinal potential of bittersweets (*Celastrus* L.). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2022;1(6):13–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-6-13-30>
5. Trusov N.A., Morozova M.Yu., Yatsenko I.O., Mikheeva S.V. et al. Cultivation potential for Blue Bean Tree (*Decaisnea fargesii* Franch.; Lardizabalaceae R.Br.) in the Moscow region. *Bulletin of KSAU*. 2022;8(185):72–83. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-8-72-83>
6. *Woody plants of N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: 60 years of introduction*. Ed. by A.S. Demidov. Moscow, Russia: Nauka, 2005:586. (In Russ.)
7. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Smirnova-Ikonnikova M.I., Murri I.K. *Methods of biochemical research of plants*. Moscow, USSR: Gosudarstvennoe izdatelstvo selskokhozyatstvennoy literatury, 1952:520. (In Russ.)

8. Zaytsev G.N. *Mathematics in experimental botany*. Moscow, USSR: Nauka, 1990:423. (In Russ.)
9. *Catalog of woody plants grown in APPM nurseries*. Ed. by M. Akhmechet. Moscow, Russia: APPM, 2017:432. (In Russ.)
10. Kobuzov G.M., Muratova, E.N. *Modern gymnosperms*. Leningrad, USSR: Nauka, 1986:191. (In Russ.)
11. Kolomiets N.E., Mar'in A.A. Family Taxaceae S.F. Gray.: composition of metabolites, pharmacological properties, preparations. *Khimija rastitel'nogo syr'ja*. 2024;3:28–48. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/jcprm.20240313382>
12. Komarov V.L. Genus 37. Yew – *Taxus* L. In: *Flora of the USSR, vol. I.Ed. by V.L. Komarov*. Leningrad, USSR: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR, 1934:131–133. (In Russ.)
13. Koropachinskiĭ I.Yu. Yew Family – Taxaceae S.F. Gray. In: *Vascular plants of the Soviet Far East. Vol. 4. Ed. by S.S. Kharkevich*. Leningrad, USSR: Nauka, 1989:24–25. (In Russ.)
14. *Red Book of the Russian Federation (plants and mushrooms)*. Ed. by Yu.P. Trutnev et al. Moscow, Russia: Tovarishestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2008:885. (In Russ.)
15. Medicinal plants. *Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal*. (In Russ.) URL: <http://chem.folium.ru/index.php/chem/article/view/606/606>
16. Malinkina E.V., Kislukhina O.V., Rummyantsev V.Yu. Juicy fruits of wild and cultivated plants as raw material for vitaminised oils production. *Mezhdunarodniy simpozium 'Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh ispolzovaniya'*. June 20–24, 2001. Moscow-Pushchino, Russia: Peoples' Friendship University of Russia (RUDN), 2001:532–534. (In Russ.)
17. Cheryatova Yu.S., Yembaturova E.Yu., Solomonova E.V., Monakhos S.G. Morphometric characteristics of rape (*Brassica napus* L.) Seedpods. *Natural and Technical Sciences*. 2023;8(183):85–87. (In Russ.)
18. Solomonova E.V., Trusov N.A., Morozova M.Yu., Nozdrina T.D. Morphometric and weight characteristics of exotic edible fruit *Decaisnea fargesii* Franch. (Lardizabalaceae R.Br.), growing in the conditions of moscow region. *Socialno-ekologicheskie tekhnologii*. 2020;10(3):249–264. (In Russ.) <https://doi.org/10.31862/2500-2961-2020-10-3-249-264>
19. Lebedeva D.D., Trusov N.A., Solomonova E.V. et al. Prospects of the use of coniferous plants of the Moscow region as a source of biosafy of asorbine acid. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 2018;8:31–35. (In Russ.)
20. Nozdrina T.D., Trusov N.A., Solnyshkova A.A., Solomonova E.V. *Obshcheuniversitetskaya nauchnaya konferentsiya molodykh uchonykh i spetsialistov 'Den nauki'*. April 01–30, 2016. Moscow, Russia: Moscow State Univetsity of Food Production, 2016:81–82. (In Russ.)
21. Savinov I.A., Solomonova E.V., Trusov N.A., Simakov G.A. Productivity of leaf mass of *Celastrus orbiculatus* Thunb. (Celastraceae) in the conditions of the Moscow region. *Bulletin of KGAU*. 2022;12:49–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-12-49-53>
22. *Plant resources of Russia and neighboring countries*. Ed. by A.L. Budancev. Part I: Families Lycopodiaceae – Ephedraceae, Part II. Supplements to Volumes 1–7. St. Petersburg, Russia: Mir i sem'ya, 1996:38–40. (In Russ.)
23. Sozonova L.I., Trusov N.A., Solomonova E.V. On classification and nomenclature of fleshy fruits. *Byulleten Glavnogo botanicheskogo sada*. 2012;3(198):65–67. (In Russ.)

24. Savinov I.A., Trusov N.A., Solomonova E.V., Nozdrina T.D. Structure, morphogenesis and evolutionary transformation of winged fruits in representatives of the family Celastraceae R.Br. *Turczaninowia*. 2015;18(1):60–66. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.18.1.7>
25. *Taxoid drugs*. Medical Encyclopaedia. (In Russ.) URL: <http://www.med-dic.ru/html-med/t/taksoidn3e-preparat3.html>
26. Toxicology of poisonous plants. *Agricultural electronic library of knowledge*. (In Russ.) URL: <http://www.cnshb.ru/AKDiL/0045/base/k0260026.shtm>
27. Trusov N.A. Aril morphological nature and its functions in some *Aristolochia*, *Asarum*, *Celastrus*, *Euonymus*, *Euphorbia*, *Viola* and *Taxus*. *Turczaninowia*. 2016;19(3):106–114. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.19.3.7>
28. Ukhanov V.V. Genus *Taxus* L. – Yew. In: *Trees and shrubs of the USSR: wild-growing, cultivated and promising for introduction*. Ed. by S.Ya. Sokolov B.K. Shishkin. Moscow-Leningrad, USSR: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR, 1949; I:19–31. (In Russ.)
29. Bierhorst D.W. *Morphology of Vascular Plants*. New York, USA: Macmillan Co, 1971:566.
30. DiFazio S.P. *The Reproductive Ecology of Pacific Yew (Taxus brevifolia Nutt.) under a Range of Overstory Conditions in Western Oregon: A Thesis submitted to Oregon State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science*. Oregon, USA: Oregon State University, 1996:178.
31. Dorken V.M., Nimsch H., Rudall P.J. Origin of the Taxaceae Aril: Evolutionary Implications of Seed-Cone Teratologies in *Pseudotaxus chienii*. *Annals of Botany*. 2019;123:133–143.
32. Dupler A.W. Ovuliferous Structures of *Taxus canadensis*. *Botanical Gazette*. 1920;69:492–520.
33. English Yew – *Taxus baccata*. *Medicinal Plants of the Northeast*. URL: http://www.bio.brandeis.edu/fieldbio/medicinal_plants/pages/English_Yew.htm
34. Solomonova E.V., Nozdrina T.D., Trusov N.A. et al. Food Potential of Alternative Pome Fruit Trees Cultivated in Moscow Region. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*. 2019;20(4):597–607.
35. Howe H.F., Westley L.C. Ecology of Pollination and Seed Dispersal. In: *Plant Ecology*. M.I. Crawley (Ed.). Oxford, England; Blackwell Scientific Publications, 1986:185–215.
36. Solomonova E.V., Trusov N.A., Nozdrina T.D. Search for alternative plant raw materials for food industry and environmentally safe animal breeding. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2021;16(1):18–29. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2021-16-1-18-29>
37. Suszka B. Generative and Vegetative Reproduction. In: *The Yew – Taxus baccata L. (Cis pospolity)*. H. Markewicz (Transl.). Springfield, VA: National Technical Information Service, 1975:87–102.
38. *Taxus canadensis* Marshall. *Flora of North America*. URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=233501254
39. Tekol Y. The Medieval Physician Avicenna Used an Herbal Calcium Channel Blocker, *Taxus baccata* L. *Phytotherapy Research*. 2007;21(7):701–702.
40. Tittensor R.M. Ecological History of Yew *Taxus baccata* L. in Southern England. *Biol. Cons.* 1980;17:243–265.
41. Trusov N.A. Development of the Seed-cones *Taxus canadensis* in Culture (Tsytsin Main Botanical Garden RAS, Moscow, Russia). *Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation*. 2022;11(1):74–82. <https://doi.org/10.17581/bp.2022.11115>

Сведения об авторах

Трусов Николай Александрович, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии ГБС им. Н.В. Цицина РАН; 127276, Российская Федерация, г. Москва, Ботаническая ул., 4; e-mail: n-trusov@mail.ru; тел.: (917) 525–77–68

Соломонова Екатерина Владимировна, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: solomonova@rgau-msha.ru; тел.: (903) 173–55–54

Савинов Иван Алексеевич, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: savinovia@mail.ru; тел.: (906) 032–73–04

Information about the authors

Nikolay A. Trusov, CSc (Bio), Senior Research Associate at the Laboratory of Dendrology, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4 Botanicheskaya St., Moscow, 127276, Russian Federation); phone: (917) 525–77–68; e-mail: n-trusov@mail.ru

Ekaterina V. Solomonova, CSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Botany, Breeding and Seed Production of Horticultural Crops, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); phone: (903) 173–55–54; e-mail: solomonova@rgau-msha.ru

Ivan A. Savinov, DSc (Bio), Associate Professor, Professor of the Department of Botany, Breeding and Seed Production of Horticultural Crops, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation); phone: (906) 032–73–04; e-mail: savinovia@mail.ru