

БОТАНИКА

Научная статья

УДК 634.23:58.009

EDN: DOXGIA

doi: 10.17072/1994-9952-2025-2-143-154



Использование индексов листовой пластинки при изучении изменчивости микровиши войлочной в очагах натурализации

Михаил Сергеевич Лёзин^{1, 2, 3}, Вера Анатольевна Лёзина^{4✉}

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия, Lezin-misha@mail.ru

² Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

^{3, 4} Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия

^{4✉} vera.sevryuckova@yandex.ru

Аннотация. Изменчивость растений в очагах натурализации формируется в основном от первых заносных основателей в новом месте. В зависимости от различий генотипов основателей формирующихся очагов натурализации микровиши войлочной (*Prunus tomentosa* Thunb.) можно ожидать и степень дифференциации общей изменчивости по группировкам растений. Многие хозяйствственно ценные сорта микровиши войлочной представляют собой гибриды с микровишней песчаной (*Prunus pumila* L.) в 3–4 поколениях. Растения микровиши войлочной в Челябинской обл. повсеместно встречаются в лесах, иногда образуя обширные массивы подлеска. Впервые предпринята попытка выявить межпопуляционные различия по морфометрическим признакам листовой пластинки. С помощью дисперсионного анализа удалось установить статистически достоверные различия у признаков L, D, A, P, A/L, A/D. Использование t-критерия при $\alpha=0.05$ выявило достоверные различия контрольной группы растений семенного происхождения от сортов и растений в очагах натурализации по признаку A/L. Наиболее высокий коэффициент детерминации (0.35) получен для индекса A/L, показывающий, что 35% дисперсии связано с межпопуляционными различиями. Индекс A/L смог сгруппировать результаты наблюдений за 2023 и 2024 гг. на одних и тех же растениях и выявить достоверные различия между формой И 3-17 и сортами ‘Даманка’ и ‘Алиса’. При изучении влияния места посадки на изменчивость признаков не удалось выявить эффективной переменной, группирующую клонами одного генотипа с разных мест и достоверно отличающие генотипы между собой.

Ключевые слова: заносной вид, полиморфизм, гибридизация, инвазионная популяция

Для цитирования: Лёзин М. С., Лёзина В. А. Использование индексов листовой пластинки при изучении изменчивости микровиши войлочной в очагах натурализации // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2025. Вып. 2. С. 143–154. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-2-143-154>.

Благодарности: работа выполнена по теме «Теоретические и прикладные аспекты изучения генофондов природных популяций растений и сохранения разнообразия растений “вне естественной среды обитания” (ex situ)» в рамках проекта Центрального сибирского ботанического сада СО РАН АААА-А21-121011290027-6.

BOTANY

Original article

The use of leaf blade indices in studying the variability of felt microvilli in naturalization foci

Михаил С. Лезин^{1, 2, 3}, Вера А. Лезина^{4✉}

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia, Lezin-misha@mail.ru

² Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch RAS, Novosibirsk, Russia

^{3, 4} Botanical Garden of the Ural Branch RAS, Yekaterinburg, Russia

^{4✉} vera.sevryuckova@yandex.ru

Abstract. The variability of plants in the centers of naturalization is formed mainly from the first established founders in a new location. Depending on the differences in the genotypes of the founders of the emerging foci of naturalization of nanking cherry (*Prunus tomentosa* Thunb.), the degree of differentiation of the overall variability in plant groupings can also be expected. Many economically valuable varieties of *P. tomentosa* are hybrids with sand cherry (*P. pumila* L.) in 3-4 generations. Plants of *P. tomentosa* are ubiquitous in forests, sometimes forming

vast tracts of undergrowth. For the first time, an attempt was made to identify interpopulation differences in morphometric characteristics of the leaf blade. Using the analysis of variance, statistically significant differences were found in the signs L, D, A, P, A/L, A/D. The use of the t-criterion Student's at $\alpha=0.05$ revealed significant differences in the control group of plants of seed origin from varieties and plants in the foci of naturalization on the basis of A/L. Also, the highest coefficient of determination (0.35) was obtained for the A/L index, showing that 35% of the variance is due to interpopulation differences. The A/L index was able to group the results of observations for 2023 and 2024 on the same plants and identify significant differences between the form I 3-17 and varieties 'Damanka' and 'Alice'. When studying the effect of the landing site on the variability of traits, it was not possible to identify an effective variable grouping clones of the same genotype from different locations and reliably distinguishing genotypes from each other.

Keywords: alien species, polymorphism, hybridization, invasive population

For citation: Lezin M. S., Lezina V. A. [The use of leaf blade indices in studying the variability of felt microvilli in naturalization foci]. *Bulletin of Perm University. Biology.* Iss. 2 (2025): pp. 143-154. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-2-143-154>.

Acknowledgments: the work was carried out on the topic "Theoretical and applied aspects of studying the gene pools of natural plant populations and preserving plant diversity 'outside the natural habitat' (ex situ)" within the framework of the project of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS AAAA21-121011290027-6.

Введение

Адвентивные виды вызывают определенную озабоченность в силу их способности к трансформации естественных фитоценозов и вытеснению уязвимых аборигенных видов. На территории Челябинской обл. также отмечается довольно значительная антропогенная трансформация дендрофлоры. Уже с тридцатых годов прошлого столетия на фоне возросшей хозяйственной деятельности человека число интродуцированных видов стало превышать количество дикорастущих в дендрофлоре Челябинской области [Меркер, 2013, 2024]. В настоящее время в отдельных регионах РФ ведется учет распространения заносных видов в виде «черных списков» или «Черных книг» [Абрамова, Голованов, 2023]. В связи с этим расселение адвентивных видов, ранее интродуцированных на определенной территории, требует организации мониторинга инвазионного процесса.

Особый научный интерес могут представлять виды, имеющие хозяйственную ценность и необходимость селекционного улучшения, в том числе в направлении повышения адаптивного потенциала культиваров, с другой стороны активно натурализуются в местную флору. Таким растением в Челябинской области является микровишня войлочная (в соответствии с международной классификацией *Prunus tomentosa* Thunb.[IPNI, 2017]).

Микровишня войлочная естественным образом произрастает на территории Китая и впервые была интродуцирована на Дальнем Востоке, где и начата селекция этого вида. И хотя аналитическая селекция микровишни войлочной начата еще в 30-х гг. прошлого века Н.Н. Тихоновым, многие распространенные сегодня сорта получены от гибридов F₂-F₅ микровишни войлочной с микровишней песчаной (*Prunus ruprechtii* L.). Главным источником широкого полиморфизма в потомстве, от которого в дальнейшем выделены лучшие сорта, был гибрид Песчановой войлочная №1, высаженный в семенной сад микровишни войлочной для получения косточек следующего поколения Г.Т. Казьминым в 1945 г. [Царенко, Царенко, 2010; Шевченко, Сорокопудов, Навальнева, 2010]. Таким образом, появление микровишни войлочной, в частности сортов гибридного происхождения, на территории Челябинской обл. может немного превышать полувековой период.

За короткий период времени микровишня войлочная распространилась и по приусадебным участкам и вышла за пределы культивирования. Как аналитическая селекция, так и отдаленная гибридизация способствовали широкой изменчивости растений микровишни войлочной. По мнению многих исследователей, микровишне войлочной присуща проблема многих косточковых растений, ограничивающая их успешное выращивание – неустойчивость к подопреванию корневой шейки в условиях глубокого снегового покрова или избыточного увлажнения почв [Ranney, 1994; Паутова, Лызлова, Овчинникова, 2011; Еремин, Еремин, 2015; Матюнин, 2016; Бученков, Рышкель, Рышкель, 2016]. Неустойчивость к подопреванию растений микровишни войлочной послужила препятствием к выращиванию и селекции микровишни войлочной на Свердловской селекционной станции садоводства в условиях Среднего Урала.

Микровишня войлочная в Челябинской обл. имеет множество очагов натурализации в естественных фитоценозах. Популяции неодинаковы по количеству растений. Есть совсем немногочисленные группы, с трудом насчитывающие 15 плодоносящих растений (например, группа растений около с. Малый Куюш), и есть массивы, в которых подлесок в основном представлен растениями микровишни войлочной (например, на территории ООПТ «Челябинский Городской бор»). Вероятно, неравномерная численность инвазионных популяций чужеродного вида может быть связана со временем появления первых заносных растений и интенсивно-

стью их распространения. В связи с отсутствием вегетативной подвижности возобновление растений возможно только семенным способом, что приводит к накоплению адаптивных качеств в очагах натурализации.

Микровишня войлочная как плодовая культура ценится за высокие вкусовые качества плодов и самый ранний срок созревания среди плодовых культур в данном климате. Улучшение по хозяйственno ценным признакам целесообразно проводить по признакам крупноплодности, увеличенной длины плодоножки, плотной консистенции мякоти и др. В очагах натурализации встречаются образцы, по размеру плодов не уступающие самым крупноплодным сортам от существующих сортов [Лёзин, Лёзина, 2024]. Изучение микровишни войлочной в очагах натурализации позволит выделить доноры крупноплодности с повышенным адаптивным потенциалом для дальнейшей селекции и определения происхождения и темпов распространения популяций.

Для оценки изменчивости растений в популяциях может быть взято бесконечно большое число признаков [Банаев, Шемберг, 2000]. Предпочтительным считается брать признаки, отражающие генетическую структуру вида. На дендрологических объектах для выявления межпопуляционных различий часто используют линейные признаки листовой пластиинки [Прошкин, Клинов, 2017]. Индексы или отношения тех или иных линейных признаков показали высокую эффективность для выявления межпопуляционных различий и связи с генетической изменчивостью растений в популяциях на близкородственных организмах из рода *Prunus* и непосредственно на микровишне войлочной в естественном ареале [Zhang et al., 2008; Aliyoun Nazari et al., 2012; Chen et al., 2018; Uzun et al., 2021]. При этом остается дискуссионным вопрос, какие признаки детерминированы генотипом растения, а какие – фенотипической реакцией организма на окружающую среду [Баранов, Зыков, Федорова, 2015; Каракулов, Карпова, Васильев, 2018; Кашин, и др., 2023; Anatov et al., 2023].

Цель работы – оценка возможности использования линейных признаков и индексов листовой пластиинки в изучении изменчивости растений микровишни войлочной в очагах натурализации и при селекции.

Материал и методика исследования

На территории Челябинской обл. зафиксировано множество очагов натурализации микровишни войлочной. Одни очаги приурочены к бывшим питомникам или населенным пунктам, другие встречаются на заметном удалении от поселков. В исследование включены известные авторам как по литературным данным [Меркер, 2009], так и по собственным наблюдениям локации распространения микровишни войлочной в естественных растительных группировках (рис. 1). В некоторых популяциях ранее нами проводилась оценка качества плодов [Лёзин, Лёзина, 2024].

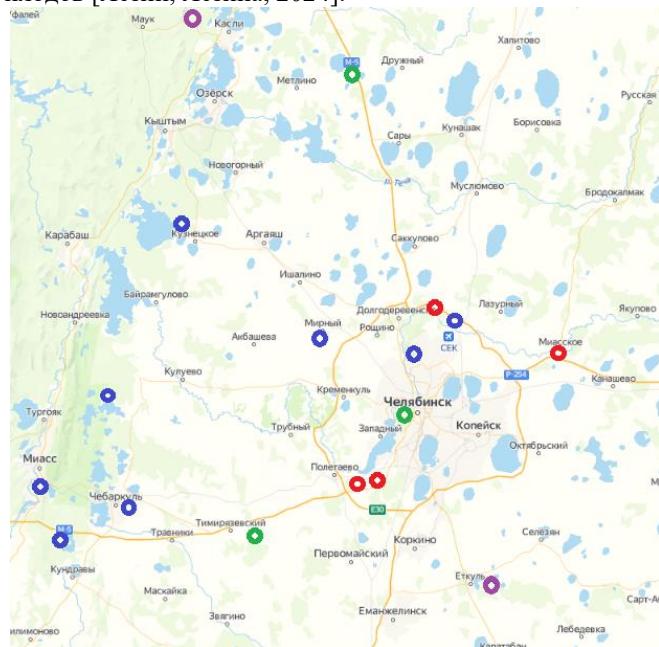


Рис. 1. Распространение и изученность авторами очагов натурализации:

- – исследуемые автором по качеству плодов и морфологии листа;
- – исследуемые автором по морфологии листа;
- – известные по литературным данным;
- – известные со слов садоводов не обследованные автором

[Distribution and study of naturalization centers by the author

● – studied by the author in terms of fruit quality and leaf morphology; ● – studied by the author in terms of leaf morphology; ● – known from literary data; ● – known from the words of gardeners not examined by the author]

Листовая пластинка микровишины войлочной простая, цельная, обычно яйцевидной формы. Иногда наблюдается рассечение листовой пластинки, придающее ей обратнояйцевидную форму (рис. 2). Появление рассечения листовой пластинки может быть обусловлено как генетическими особенностями, так и внешними факторами [Корона, Васильев, 2000]. Листовая пластинка микровишины песчаной простая, цельная, обычно ланцетовидной формы.



Рис. 2. Степень рассеченности листовой пластинки *Prunus tomentosa* Thunb.

[Degree of dissection of the leaf blade of *Prunus tomentosa* Thunb.]

С учетом появления рассечения листовой пластинки, а также возможной удлиненностью листовой пластинки в связи с гибридизацией с микровишиней песчаной, изучение изменчивости растений с разных очагов натурализации проведено по основным и производным морфометрическим признакам листовой пластинки:

– основные (рис. 3): L – длина листовой пластинки (мм); D – максимальная ширина листовой пластинки (мм); P – длина черешка (мм); A – расстояние между самой широкой частью листовой пластинки и ее основанием (мм);

– производные (индексы): D/L – максимальная ширина листовой пластинки / длина листовой пластинки (листовой коэффициент); A/L – расстояние между самой широкой частью листовой пластинки и ее основанием / длина листовой пластинки; A/D – расстояние между самой широкой частью листовой пластинки и ее основанием / максимальная ширина листовой пластинки.

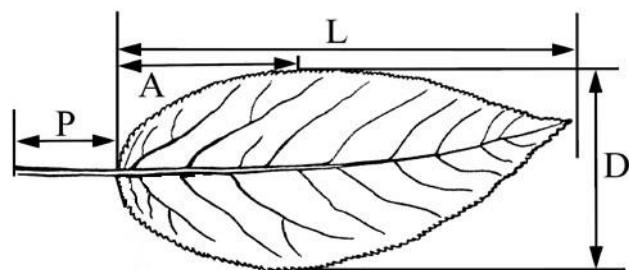


Рис. 3. Количественные признаки листа [Прошкин, Клинов, 2017]

[Quantitative signs of a leaf [Proshkin, Klimov, 2017]]

Единого мнения по объему выборки для изучения изменчивости нет. Для идентификации сортов вишины обыкновенной А.А. Юшев [1974] использовал выборку в 20 листьев с одного растения. На микровишины войлочной в условиях интродукции использовали по 30 листьев с растения [Ладыженская и др., 2023]. Одни зарубежные исследователи на микровишины войлочной и микровишины седой (*P. incana* Pall.) используют выборку по 10 листьев с растения [Zhang et al., 2008; Aliyoun Nazari et al., 2012], другие на микровишины простертой (*P. prostrata* Labill.) – по 30 листьев [Uzun et al., 2021]. Для изучения древесных растений в соответствии с рекомендацией Э.В. Ивантер и А.В. Коросова [2003] используют выборку в 15 листьев, в которой относительная ошибка измерений не превышает 3% [Прошкин, Клинов, 2017]. Нами для определения объема выборки была рассчитана относительная ошибка измерений при объемах выборки 5, 10, 15, 20, 30 и 50 листьев (табл. 1) по формуле

$$\varepsilon = \frac{m}{\bar{x}} \cdot 100 \%,$$

где m – ошибка средней арифметической, \bar{x} – средняя арифметическая. Ошибка средней арифметической рассчитана по формуле

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

где σ – стандартное отклонение, n – число степеней свободы.

Таблица 1

Относительная ошибка измерений при разных объемах выборки
[Relative measurement error for different sample sizes]

Очаг натурализации	Количество листьев					
	5	10	15	20	30	50
Парк Миасское						
L	2.33	1.92	1.68	1.58	1.36	0.94
A	3.07	3.26	2.44	2.41	2.43	2.11
Заправка миасское						
L	4.96	2.92	2.93	2.53	1.11	0.98
A	3.41	3.45	3.34	3.06	2.25	1.95
Баландино						
L	6.37	3.95	2.75	2.10	1.61	1.08
A	11.68	6.54	4.59	3.43	2.38	1.78
Прииск березовый						
L	2.62	2.56	1.93	1.61	1.31	1.05
A	4.55	2.67	2.86	2.64	2.12	1.67
ООПТ «Челябинский городской бор»						
L	5.10	2.93	2.24	1.76	1.24	1.01
A	8.98	4.35	3.29	2.46	1.80	1.51

Примечание: L – длина листовой пластинки (мм), A – расстояние от самой широкой части листовой пластинки до ее основания (мм).

Длина листовой пластинки – мало изменчивый признак, что привело к снижению относительной ошибки измерений ниже 3% на отдельных растениях при объеме выборки 10 листьев. При объеме выборки 15 листьев на всех растениях наблюдается снижение ошибки измерений ниже 3%. Расстояние от основания до самой широкой части листовой пластинки заметно более изменчивый признак. И хотя часть растений имела уровень ошибки измерений ниже 3% уже на выборке в 15 листьев, получение этого показателя ниже 3% на всех исследуемых растениях удалось только на выборке 30 растений.

Сбор данных в очагах натурализации проведен в 2023 г. на свежих образцах, собранных со средней части молодых побегов плодоносящих растений в период с начала августа до середины сентября. С одного растения отбиралось по 15 листьев. Из-за небольшого количества плодоносящих насаждений в отдельных популяциях объем выборки составлял по 15 растений за исключением популяции Малый Куюш (13 образцов) и популяции ООПТ «Челябинский городской бор» (30 образцов). Для сравнения собрана выборка 30 образцов с селекционного сада микровишни войлочной в ООО «НПО «Сад и огород», растения которого представляют собой сеянцы свободного опыления от гибридных сортов, полученных от д.б.н. Царенко В. П. и к.б.н. Матюнина М. Н. Исследуемые группы растений представлены в табл. 2.

Таблица 2

Численность выборок и локации изучаемых натурализующихся популяций
[The number of samples and locations of the studied naturalizing populations]

Пор. №	Название популяции	Локация	Число учетных растений
1	Парк Миасское	55.289, 61.884	15
2	Сквер Миасское	55.289, 61.884	15
3	Заправка	55.275, 61.868	15
4	Баландино	55.357, 61.486	15
5	Малый Куюш	55.855, 61.165	13
6	Березовый лес в Саргазах	55.016, 61.209	15
7	ООПТ «Челябинский городской бор»	55.160, 61.355	30
8	Селекционный сад	55.368, 61.954	30
9	Сосновый лес в Саргазах	55.016, 61.223	15
10	Архангельское	54.929, 61.023	15

Для оценки влияния фенотипа на данные признаки проведен сбор материала с сортовых вегетативно размноженных растений. Для установления влияния места выращивания отобраны сорта, которые представлены в нескольких экземплярах в каждом месте выращивания (табл. 3).

Таблица 3

Схема опыта при оценке влияния фактора место на изменчивость линейных признаков
[The scheme of experience in assessing the influence of the place factor on the variability of linear features]

Расположение	Координаты	Количество растений по сорту в опыте			
		‘Натали’	‘Триана’	‘Царевна’	‘Смугланка’
Сортучасток	[55.359, 61.962]	3	3	3	2
Учхоз*	[56.690, 61.250]	4	3	2	4

Примечание: *Учхоз – учебно-опытное хозяйство Уральского государственного аграрного университета.

Оценка влияния разных лет наблюдений на изменчивость признаков проведена на насаждениях в личной коллекции в пос. Саргазы. В анализ взято 6 генотипов: ‘Алиса’, ‘Восточная’, ‘Даманка’, И 3-17, ГД 8-30, 2-56.

Для оценки достоверности межпопуляционных различий использован критерий Фишера в однофакторном дисперсионном анализе, рассчитанный в программе Excel. Для оценки влияния каждой переменной в группировку образцов по популяциям использован коэффициент детерминации, рассчитанный по формуле

$$\eta^2 = \frac{\delta^2}{\sigma^2},$$

где σ^2 – общая дисперсия, δ^2 – межгрупповая дисперсия. Доверительный интервал рассчитан по формуле

$$\lambda = t^* S_{\bar{x}},$$

где t – критерий Стьюдента при $\alpha=0.05$;

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}},$$

S – стандартное отклонение, или дисперсия.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного однофакторного дисперсионного анализа установлено, что все линейные признаки листовой пластинки, а также почти все индексы имеют различия в популяциях на очень высоком уровне достоверности (табл. 4).

Таблица 4

Оценка достоверности межпопуляционных различий для основных и производных признаков листовой пластинки

[Assessment of the reliability of interpopulation differences for basic and derived characteristics of a leaf blade]

Переменная	F (при $F_{\text{теор}}=1.93$)	P-критерий
L***	4.63	1.74 ⁻⁵
D***	3.34	0.0009
A***	4.01	0.0001
P***	4.32	4.55 ⁻⁵
D/L	1.64	0.10
A/L***	10.14	2.11 ⁻¹²
A/D***	5.16	3.53 ⁻⁶

Примечание: различия статистически значимы для $P < 0.05$ (*), $P < 0.01$ (***) и $P < 0.001$ (***).

Наиболее выраженные значением критерия Фишера межгрупповые различия получены для значений A/L и A/D. Для индексов A/L и A/D, использование доверительного интервала, рассчитанного как умножение ошибки средней на t-критерий (при $\alpha = 0.05$), позволило визуально выявить межпопуляционные различия между отдельными группами (рис. 4, 5). Данные показатели позволяют выявить существенные различия группы селекционный сад от многих других растений из очагов натурализации.

Для оценки существенности влияния каждой локации на группировку переменных рассчитан эмпирический коэффициент детерминации (причинности), показывающий долю вариации, объясненную группировочным фактором (табл. 5).

Изменчивость индекса A/L в наибольшей степени обусловлена межпопуляционными различиями, чем изменчивость других признаков. Изменчивость индекса объясняется межпопуляционными различиями на 35%.

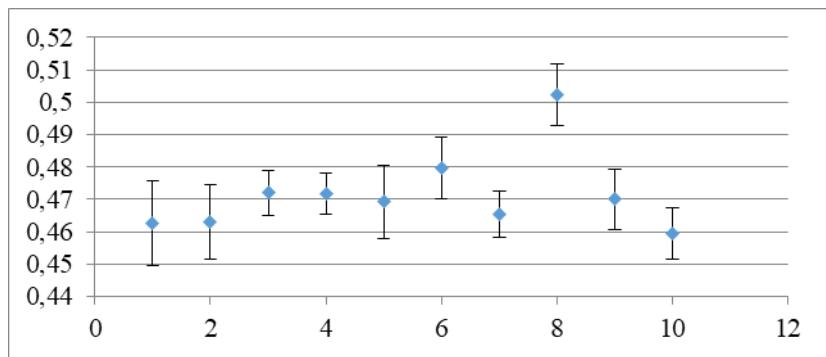


Рис. 4. Межпопуляционные различия в средних и доверительных интервалах индекса A/D.

Подписи оси абсцисс соответствуют порядковому номеру мест исследования в табл. 2

[Inter-population differences in the mean and confidence intervals of the A/L index.

Note: the signatures of the abscissa axis correspond to the ordinal number of the study sites in Table 2]

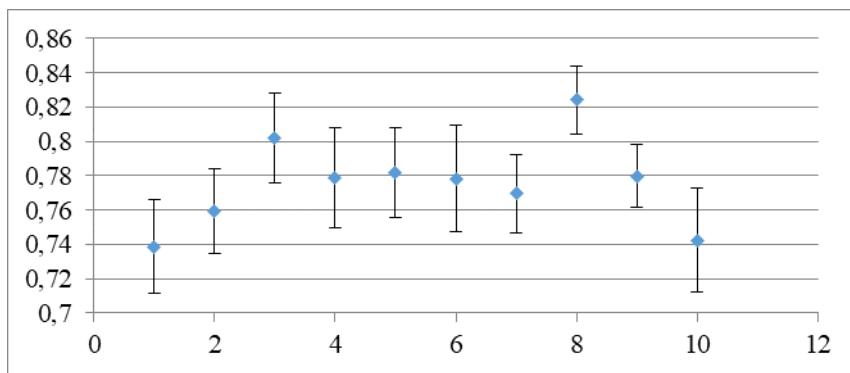


Рис. 5. Межпопуляционные различия в средних и доверительных интервалах индекса A/L.

Подписи оси абсцисс соответствуют порядковому номеру мест исследования в табл. 2

[Inter-population differences in the mean and confidence intervals of the A/D index.

Note: the signatures of the abscissa axis correspond to the ordinal number of the study sites in Table 2]

Таблица 5

Значимость переменных в группировке растений по популяциям

[The importance of variables in grouping plants by population]

Переменная	Эмпирический коэффициент детерминации	Переменная	Эмпирический коэффициент детерминации	Переменная	Эмпирический коэффициент детерминации
L	0.20	A	0.18	A/L	0.35
D	0.15	P	0.19	A/D	0.22

Оценка вклада генотипической и фенотипической природы на изменчивость признаков проведена на коллекционном участке отборных форм и сортов. Предположительно, если изменчивость признака будет обусловлена в меньшей степени годом наблюдений, а в большей степени индивидуальными особенностями растения, то коэффициент детерминации будет стремиться к нулю по фактору годы, и наибольшим по фактору сорта. Коэффициенты детерминации, рассчитанные по данным двухфакторного дисперсионного анализа для основных и производных признаков на нескольких модельных растениях, представлены в табл. 6.

По коэффициенту детерминации неинформативным в поставленной задаче выделен производный признак P/L. Проверка существенности различий по t-критерию (при $\alpha=0.05$) между отдельными выборками выявила также неинформативность основных признаков листовой пластиинки, которые показывали существенные различия между разными годами наблюдений в пределах одной формы. Производные признаки не выделяли существенных различий между выборками разных лет измерений в пределах форм. Наибольшей группирующей способностью выборок по генотипу отмечена A/L, способная достоверно отличить выборки отдельных образцов от других, не выявляя существенные различия по годам у одного растения. Так, удалось найти отличие формы И 3-17 от сортов 'Даманка' и 'Алиса' (рис. 6).

Таблица 6

Коэффициенты детерминации основных и производных признаков при оценке причины изменчивости признаков

[Coefficients of determination of basic and derived features in assessing the cause of variability of features]

Фактор влияния	Основные и производные признаки листовой пластиинки						
	L	D	A	P	A/L	A/D	D/L
Годы	14	16	6	0	1	2	2
Образцы	39	39	47	14	22	32	24

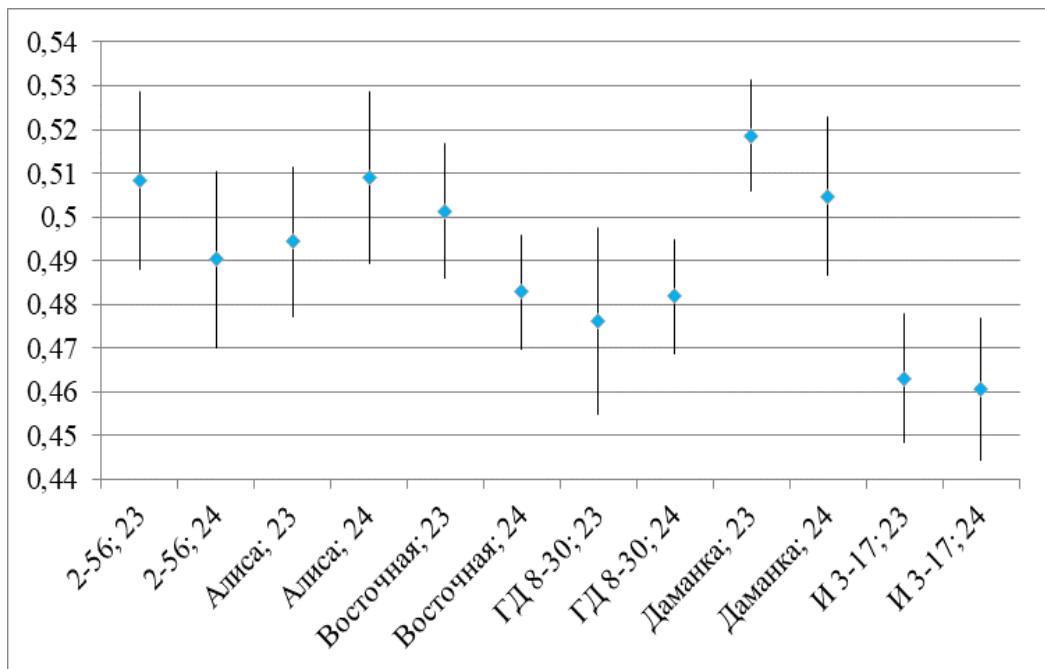


Рис. 6. Изменчивость показателя A/L на нескольких формах за два года наблюдений

[Variability of the A/L indicator on several forms over two years of observations]

Проверка влияния внешних факторов на индивидуальную изменчивость проведена на вегетативно размноженных растениях, высаженных на удаленных друг от друга участках. Дисперсионный анализ выявил достоверные различия ($p = 0.05$) только по индексу A/L (табл. 7).

Таблица 7

Оценка достоверности индивидуальных различий для основных и производных признаков листовой пластиинки

[Assessment of the reliability of individual differences for basic and derived characteristics of a leaf blade]

Переменная	Фактор места		Фактор сорта	
	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>
L	0.97		0.07	
D	1.57		0.06	
P	0.32		0.15	
A	1.24		0.57	
A/L	3.32*		5.23*	
A/D	0.52		0.63	
D/L	5.96**		1.72	

Примечание: различия статистически значимы для $P < 0.05$ (*), $P < 0.01$ (**) и $P < 0.001$ (***)

Использование t-критерия Стьюдента не позволило выявить переменную, группирующую выборки по генотипу или месту выращивания. Получаемые достоверные различия между отдельными выборками не удается объяснить. Низкая группирующая способность может быть обусловлена низкой изменчивостью основных (кроме P) и очень низкой – производных переменных (табл. 8).

Таблица 8

Изменчивость основных и производных признаков на растениях в очагах натурализации
[Variability of basic and derived traits in plants in the centers of naturalization]

Признак	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Min	Max	V, %
L	57.5±0.44	44.3	76.4	10.3
D	35.0±0.28	25.4	47.2	10.5
A	27.2±0.22	19.9	36.0	11.0
P	5.8±0.06	4.1	8.7	14.6
A/L	0.47±0.00	0.41	0.57	4.9
A/D	0.77±0.00	0.63	1.00	7.24
D/L	0.61±0.00	0.49	0.68	5.43

Вероятно, производный признак A/L может наилучшим образом отражать генотипическую изменчивость растений на микровишине войлочной. В связи с низкой индивидуальной и более высокой эндогенной изменчивостью признаков листовой пластинки данного вида с помощью переменной A/L достоверно удалось выявить различия формы И 3-17 от сорта 'Даманка' и 'Алиса'.

Заключение

В результате проведенного исследования выявлены достоверные различия группы растений Селекционный сад от ряда других групп растений в очагах натурализации по переменной A/D. По переменной A/L группа растений с селекционного сада отличается от других групп в очагах натурализации. Наблюдения за два года на сортовых насаждениях позволили выявить переменную A/L, показавшую достоверные различия между формой И 3-17 и сортами 'Даманка' и 'Алиса'. Не удалось выявить переменную, способную группировать клоны одного генотипа с разных мест выращивания и выявлять достоверные различия от других генотипов. Для микровишины войлочной индекс отношения расстояния от основания до самой широкой части листовой пластинки и длины листовой пластинки может в большей степени отражать генетические особенности растений.

Список источников

1. Абрамова Л.М., Голованов Я.М. Материалы к «Черной книге флоры Оренбургской области» // Российский журнал биологических инвазий. 2023. Т. 16, № 4. С. 2–15. DOI: 10.35885/1996-1499-16-4-02-15. EDN: CCFMDM
2. Банаев Е.В., Шемберг М.А. Ольха в Сибири и на Дальнем Востоке России (изменчивость, таксономия, гибридизация). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 99 с.
3. Баранов С.Г., Зыков И.Е., Федорова Л.В. Изучение внутривидовой изменчивости липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) на основе билатеральной асимметрии листовых пластин // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2015. № 2(30). С. 134–145. DOI: 10.17223/19988591/30/9. EDN: TXTKHL.
4. Бученков И.Э., Рышкель И.В., Рышкель О.С. Хозяйственно ценные признаки межсортовых гибридов *Cerasus tomentosa* Thub // Вестник БарГУ. Сер. Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. 2016. № 4. С. 85–90. EDN: WTKPFD.
5. Еремин Г.В., Еремин В.Г. Использование генофонда дикорастущих видов рода *Prunus* L. в селекции клоновых подвоев косточковых культур // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Т. 176, № 4. С. 416–428. DOI: 10.30901/2227-8834-2015-4-416-428. EDN: VLKTRL.
6. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск, 2003. 302 с. EDN: QKMPMT.
7. Каракулов А.В. Карпова Е.А., Васильев В.Г. Эколо-географическая изменчивость морфометрических показателей и состава флавоноидов *Rhododendron parvifolium* // Turczaninowia. 2018. Т. 21, № 2. С. 133–144. DOI: 10.14258/turczaninowia.21.2.14. EDN: XVLNDV.
8. Кашин А.С. и др. Геометрическая морфометрия и филогенетический анализ таксонов рода *Delphinium* юга России // Turczaninowia. 2023. Т. 26, № 2. С. 59–81. DOI: 10.14258/turczaninowia.26.2.4. EDN: JECGUB.
9. Корона В.В., Васильев А.Г. Строение и изменчивость листьев растений: Основы модульной теории. Екатеринбург: Екатеринбург, 2000. 224 с. EDN: UYVVOT.

10. Ладыженская О.В. и др. Изменчивость вишни войлочной (*Prunus tomentosa* Thunb.) в Республике Алтай // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 46–54. DOI: 10.26897/0021-342X-2023-2-46-54. EDN: TWBCFM
11. Лёzin M.C., Лёзина В.А. Натурализация как инструмент повышения адаптивности в будущих сортах войлочной вишни // Сибирский лесной журнал. 2024. № 1. С. 90–96. DOI: 10.15372/SJFS20240110. EDN: HTGHGI
12. Матюнин М.Н. Биологические особенности и селекция косточковых культур в Горном Алтае. Горно-Алтайск, 2016. 344 с. EDN: WHLTPF.
13. Меркер В.В. Дендрофлора Челябинской области: дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2009. 248 с.
14. Меркер В.В. Инвазивные и потенциально инвазивные виды интродуцированной дендрофлоры Челябинской области // Интеграция ботанических исследований и образования: традиции и перспективы: тр. Междунар. науч.-практ. конф. Томск, 2013. С. 115–117. EDN: SXGZWZ.
15. Меркер В.В. Чужеродные виды растений в сосновых борах Челябинской области // Промышленная ботаника. 2024. Т. 24, № 2. С. 116–120. DOI: 10.5281/zenodo.13323915. EDN: CCRELH.
16. Паутова Н.В., Лызлова Н.Н., Овчинникова И.Н. Адаптационные особенности и ресурсный потенциал видов рода *Cerasus* Juss., интродуцированных в Республике Коми // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 28, № 2. С. 138–144. EDN: NYNFXB.
17. Прошкин Б.В., Климов А.В. Изменчивость признаков листа у форм *Populus laurifolia* Ledeb., отличающихся по окрасу коры, в бассейне реки Томи // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2017. № 1(42). С. 93–106. EDN: YJKCXL.
18. Царенко В.П., Царенко Н.А. Вишня войлочная. Челябинск: НПО «Сад и огород»; Челябинский дом печати, 2010. 159 с.
19. Шевченко С.М., Сорокопудов В.Н., Навальнева И.А. Интродукция вишни войлочной в ботаническом саду Белгородского государственного университета // Вестник КрасГАУ. 2010. № 7(46). С. 39–43. EDN: MSSILR.
20. Юшев А.А. К вопросу о классификации сортов вишни // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1974. Т. 52, № 3. С. 151–162. EDN: WODJKB.
21. Aliyoun Nazari S. et al. Morphological characterization of *Prunus incana* Pall. by multivariate analysis // Plant Systematics and Evolution. 2012. Vol. 298. P. 1805–1814. DOI: 10.1007/s00606-012-0681-x.
22. Anatov D.M. et al. Features of the anatomical structure of leaves depending on the high-altitude growth of apricot in Dagestan // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2023. Vol. 184, № 2. P. 176–189. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-2-176-189. EDN: SWTIJY.
23. Chen T. et al. Molecular and morphological data reveals new insights into genetic diversity and population structure of Chinese cherry (*Prunus pseudocerasus* Lindl.) landraces. // Genetic Resources and Crop Evolution. 2018. Vol. 65. P. 2169–2187. DOI: 10.1007/s10722-018-0683-9. EDN: YBERDN.
24. International Plant Names Index (IPNI), 2017. URL: <https://www.ipni.org/n/318564-2> (дата обращения: 19.02.2025).
25. Ranney T.G. Differential tolerance of eleven *Prunus* taxa to root zone flooding // Journal of Environmental Horticulture. 1994. Vol. 12, №. 3. P. 138–141. DOI: 10.24266/0738-2898-12.3.138.
26. Uzun A. et al. Leaf and fruit characteristics and genetic diversity of wild fruit *Cerasus prostrata* genotypes collected from the Central Anatolia, Turkey // Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus. 2021. Vol. 20(2). P. 53–62. DOI: 10.24326/aspc.2021.2.6. EDN: NKOSQJ.
27. Zhang Q. et al. Characterization of tomentosa cherry (*Prunus tomentosa* Thunb.) genotypes using SSR markers and morphological traits // Scientia horticulturae. 2008. Vol. 118, Issue 1. P. 39–47. DOI: 10.1016/j.scienta.2008.05.022.

References

1. Abramova L.M., Golovanov Ya.M. [Materials to the “Black book of flora of the Orenburg region”]. *Rossijskij žurnal biologičeskich invasij*. V. 16, No. 4 (2023): pp. 2-15. DOI: 10.35885/1996-1499-16-4-02-15. (In Russ.).
2. Banaev E.V., Shemberg M.A. *Ol'cha v Sibiri i na Dal'nem Vostoke Rossii (izmenchivost', taksonomiya, gibrildizatsiya)* [Alder in Siberia and the Far East of Russia (variability, taxonomy, hybridization)], Novosibirsk, 2000. 99 p. (In Russ.).
3. Baranov S.G., Zykov I.E., Fedorova L.V. [Studying *Tilia cordata* Mill. intraspecific variation on the basis of leaf bilateral asymmetry]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologija*. No. 2(30) (2015); pp. 134-145. DOI: 10.17223/19988591/30/9. (In Russ.).
4. Buchenkov I.E., Ryshkel I.V., Ryshkel O.S. [Economically valuable traits of the *Microcerasus tomentosa* Thunb. intervarietal hybrids]. *Vestnik BarGU. Ser. Biologičeskie nauki. Srl'skochozjajstvennye nauki*. No.4 (2016): pp. 85-90. EDN: WTKPFD.

5. Eremin G.V., Eremin V.G. [The use of the gene pool of wild species of the genus *Prunus* L. in the selection of clonal rootstocks of stone fruit crops]. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii*. V. 176, No. 4 (2015): pp. 416-428. DOI: 10.30901/2227-8834-2015-4-416-428. (In Russ.).
6. Ivanter E.V., Korosov A.V. *Vvedeniye v količestvennuyu biologiju* [An introduction to quantitative biology: A study guide]. Petrozavodsk, 2003. (In Russ.).
7. Karakulov A.V., Karpova E.A., Vasilyev V.G. [Ecological-geographical variability of morphometric parameters and flavonoid composition of *Rhododendron parvifolium*]. *Turczaninowia*. V. 21, No. 2 (2018): pp. 133-144. (In Russ.).
8. Kashin A.S., Bogoslov A.V., Parkhomenko A.S., Shilova I.V., Kritskaia T.A., Murtazaliev R.A. [Geometric morphometry and phylogenetic analysis of the taxa of the genus *Delphinium* in southern Russia]. *Turczaninowia*. V. 26, No. 2 (2023): pp. 59-81. DOI: 10.14258/turczaninowia.26.2.4. (In Russ.).
9. Korona V.V., Vasil'ev A.G. *Stroenie i izmenčivost' list'ev rastenij: osnovy modul'noj teorii* [Structure and variability of plant leaves: fundamentals of modular theory]. Ekaterinburg, 2000. 224 p. (In Russ.).
10. Ladyzhenskaya O.V., Donskih V.G., Aniskina T.S., Simakhin M.V. [Variability of the felted cherry (*Prunus tomentosa* Thunb.) in the Republic of Altai]. *Izvestija Timirjazevskoj sel'skochozjajstvennoj akademii*, No. 2 (2023): pp. 46-54. (In Russ.).
11. Lezin M.S., Lezina V.A. [Naturalization as a tool to increase adaptability in future varieties of felt cherries]. *Sibirskij lesnoj žurnal*. No. 1 (2024): pp. 90-96. (In Russ.).
12. Matyunin M.N. *Biologičeskie osobennosti i selekcija kostočkovych kul'tur v Gornom Altaje* [Biological features and breeding of stone fruit crops in the Altai Mountains region]. Gorno-Altaisk, 2016. 344 p. (In Russ.).
13. Merker V.V. *Dendroflora Čeljabinskoy oblasti. Diss. kand. biol. nauk* [Dendroflora of the Chelyabinsk region. Cand. Diss.]. Chelyabinsk, 2009. 248 p. (In Russ.).
14. Merker V.V. [Invasive and potentially invasive species of dendroflora of introduced the Chelyabinsk area]. *Integracija botaničeskich issledovanij i obrazovanija: tradicii i perspektivy* [Integration of botanical research and education: traditions and prospects: Proceedings of the International Scientific Conference]. Tomsk, 2013, pp. 115-117. (In Russ.).
15. Merker V.V. [Alien plant species in Pine forests of the Chelyabinsk region]. *Promyšlennaja botanika*. V. 24, No. 2 (2024): pp. 116-120. DOI: 10.5281/zenodo.13323915. (In Russ.).
16. Pautova N.V., Lyzlova N.N., Ovchinnikova I.N. [Adaptive features and resource potential of *Cerasus* Juss. species introduced in the Komi Republic]. *Plodovodstvo i jagodovodstvo v Rossii*. V. 28, No. 2 (2011): pp. 138-144. (In Russ.).
17. Proshkin B.V., Klimov A.V. [Variations of leaves parameters of *Populus laurifolia* Ledeb. that differ in bark coloration in the basin Tom basin]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. No. 1(42) (2017): pp. 93-106. (In Russ.).
18. Tsarenko V.P., Tsarenko N.A. *Višnja vojločnaja* [Nanking cherry]. Chelyabinsk, 2010. 159 p. (In Russ.).
19. Shevchenko S.M., Sorokopudov V.N., Naval'neva I.A. [Introduction of felted cherry in the botanical garden of Belgorod State University]. *Vestnik KrasGAU*. No. 7(46) (2010): pp. 39-43. (In Russ.).
20. Yushev A.A. [To the classification of cherry cultivars]. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii*. V. 52, No. 3 (1974): pp. 151-162. (In Russ.).
21. Aliyoun Nazari S., Zamani Z., Fatahi M.R., & Shiekh Sofla, H. Morphological characterization of *Prunus incana* Pall. by multivariate analysis. *Plant Systematics and Evolution*. V. 298 (2012): pp. 1805-1814.
22. Anatov D.M., Asadulaev Z.M., Ramazanova Z.R., Osmanov R.M. Features of the anatomical structure of leaves depending on the high-altitude growth of apricot in Dagestan. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. V. 184, No. 2 (2023): pp. 176-189. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-2-176-189.
23. Chen T., Hu Y.Y., Chen Q., Wang Y., Zhang J., Tang H.R., & Wang X.R. Molecular and morphological data reveals new insights into genetic diversity and population structure of Chinese cherry (*Prunus pseudocerasus* Lindl.) landraces. *Genetic Resources and Crop Evolution*. V. 65 (2018): pp. 2169-2187.
24. International Plant Names Index (IPNI), 2017. Available at: <https://www.ipni.org/n/318564-2> (accessed 19.02.2025).
25. Ranney T.G. Differential tolerance of eleven *Prunus* taxa to root zone flooding. *Journal of Environmental Horticulture*. V. 12, No. 3 (1994): pp. 138-141.
26. Uzun A., Yaman M., Pinar H., Gok B.D., Gazel I. Leaf and fruit characteristics and genetic diversity of wild fruit *Cerasus prostrata* genotypes collected from the Central Anatolia, Turkey. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. V. 20(2) (2021): pp. 53-62. DOI: 10.24326/aspfc.2021.2.6.
27. Zhang Q., Yan G., Dai H., Zhang X., Li C., & Zhang Z. Characterization of tomentosa cherry (*Prunus tomentosa* Thunb.) genotypes using SSR markers and morphological traits. *Scientia horticulturae*. V. 118, Iss. 1 (2008): pp. 39-47.

Статья поступила в редакцию 21.02.2025; одобрена после рецензирования 08.04.2025; принята к публикации 10.06.2025.

The article was submitted 21.02.2025; approved after reviewing 08.04.2025; accepted for publication 10.06.2025.

Информация об авторах

М. С. Лёзин – канд. биол. наук, доцент кафедры овощеводства и плодоводства им. проф. Н. Ф. Коняева;
В. А. Лёзина – младший научный сотрудник лаборатории экологии древесных растений.

Information about the authors

M. S. Lezin – candidate of biology, associate professor of the Department of Vegetable and Fruit Growing named after Professor N. F. Konyaev;
V. A. Lezina – Junior Researcher at the Laboratory of Ecology of Woody Plants.

Вклад авторов:

Лёзин М. С. – научное руководство; концепция исследования; развитие методологии; написание исходного текста; итоговые выводы.

Лёзина В. А. – сбор материала, доработка текста; итоговые выводы.

Contribution of the authors:

Lezin M. S. – scientific management; research concept; methodology development; writing the draft; final conclusions.
Lezina V. A. – material collection, followon revision of the text; final conclusions.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.