

# ФАРМАКОГНОЗИЯ И БОТАНИКА

УДК 615.32:615.07

DOI: <https://doi.org/10.52540/2074-9457.2022.4.39>

Н. А. Кузьмичева

## ВНУТРИВИДОВАЯ СТРУКТУРА ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ИВЫ ТРЕХТЫЧИНКОВОЙ (*SALIX TRIANDRA* L.)

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье представлены результаты анализа внутривидовой структуры популяций ивы трехтычинковой одним из методов многомерной статистики. В пределах вида *Salix triandra* L. традиционно выделяют две формы: *discolor* и *viridis*, таксономический статус которых не определен. Их распространение обуславливается как климатическими, так и эдафическими факторами. Особенно четко прослеживается связь принадлежности особей к одной из форм с положением ценопопуляции ивы трехтычинковой в пойме. По результатам канонического анализа установлено, что области точек, соответствующие трем типам ивняков, один из которых подразделяется на три ассоциации, не пересекаются в системе координат первых двух канонических переменных. Четкость различий по комплексу морфологических признаков увеличивается при исключении из анализа переходных форм. Всё вышесказанное позволяет предположить преимущественно симпатрический путь видообразования у ивы трёхтычинковой, происходящий в пределах одной популяции через стадии экоэлементов и биологических рас. Репродуктивная изоляция возникает при этом из-за разного времени цветения особей, находящихся на разном удалении от русла, по мере понижения уровня паводковых вод. Степень дивергенции сизолистной и зеленолистной форм ивы трёхтычинковой в разных популяциях различна, но не достигает уровня подвидов.

**Ключевые слова:** ива трехтычинковая, *Salix triandra* L., морфологические признаки, канонический анализ, симпатрическое видообразование.

### ВВЕДЕНИЕ

Природные популяции видов рода *Salix* L. отличаются значительным полиморфизмом. Определение границ видов, а тем более выделение внутривидовых таксонов у представителей этого рода является весьма сложной задачей, на которую указывал еще Карл Линней: «Виды этого рода крайне трудны для выяснения» [1, с. 5]. При этом часто не представляется возможным выделить один или несколько морфологических признаков, четко разделяющих виды. Выдающийся советский ученый Алексей Константинович Скворцов, автор монографии «Ивы СССР», который внес серьезный вклад в систематику рода *Salix*, выделив в его рамках секции, подсекции и ряд подвидовых таксонов, писал: «Мы никогда заранее не можем знать, какие признаки окажутся в каждом отдельном случае наиболее важными для различения

видов, поэтому решающее значение для видовой систематики имеет возможность исследования максимального числа признаков у максимального числа особей» [1, с. 7]. Одна из возможностей объективизации установления границ таксонов – это применение математического аппарата и методов многомерного статистического анализа с использованием компьютерных технологий [2, 3].

У ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L.) традиционно выделяют две формы, условно называемые сизолистной (*discolor*) и зеленолистной (*viridis*). Они встречаются в пределах ареала в различных соотношениях: на севере больше зеленолистной, на юге – сизолистной. Они могут соседствовать в одной популяции или быть географически разобщены, иногда образуются переходные формы. *S. triandra* f. *viridis* четко приурочена к эрозионным типам пойм, а f. *discolor* – к аккумулятивным. Таксономический ста-

тус этих внутривидовых групп оценивался различными авторами по-разному: виды, подвиды, расы, формы [4–6].

Цель исследования – установление степени различий внутривидовых групп *Salix triandra* L. по комплексу морфологических признаков и оценка возможных причин и механизмов дивергенции.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выборка составила 356 особей, относящихся к *S. triandra ssp. triandra*, собранных в Европейской части СНГ и в Прибалтике (рисунок 1) в естественных пойменных и внепойменных фитоценозах. Кроме того, для сравнения были изучены несколько особей *S. triandra ssp. Bornmuellerii*, собранных в Армении (окр.

г. Арзни, прирусловье р. Раздан, галечник, N 40,04; E 44,33) [7]. Географическая характеристика местообитаний ивы трёхтычинковой, методы отбора и анализа образцов приведены в предыдущем сообщении [8]. Использовали хорошо развитые особи в зрелом генеративном состоянии без заметных повреждений. Ассоциации выделяли по доминантно-детерминантному признаку согласно [4], всего их было 65 из 50 местонахождений.

Ассоциации «ивняк трёхтычинковый остроосоковый» и «ивняк трёхтычинковый мезофитно-разнотравный» в основном представлены сизолистной формой ивы трёхтычинковой; в ассоциациях «ивняк трёхтычинковый крапивно-ежевичный» и «ивняк трёхтычинковый щучково-лабазниковый» присутствует в основном



Рисунок 1. – Географическая карта с указанием местонахождений изученных образцов ивы трёхтычинковой

зеленолистная форма, а в ассоциации «ивняк трёхтычинковый канареечниковый» – особи переходного типа между двумя вышеназванными формами [4].

У каждого гербарного экземпляра ивы трехтычинковой определяли 12 морфологических признаков (таблица 1). Из числа тех, которые были использованы в предыдущем сообщении [8], был исключен расчетный показатель отношения длины листа к его ширине, поскольку для дальнейшего статистического анализа необходимо, чтобы все признаки были максимально нескоррелированы между собой, а также добавлен признак сизости нижней стороны листа, который определялся визуально в баллах: 0 – зеленая окраска; 1 – переходная между сизым и зеленым окраска; 2 – сизая окраска.

Для свертывания многомерных данных был применен канонический анализ, который представляет собой один из методов многомерного статистического анали-

за. Он отличается от классического метода главных компонент тем, что учитывает не только межгрупповые характеристики варьирования и коррелированности признаков, но и внутригрупповые. Путем специальных операций с корреляционными матрицами вычисляются канонические переменные, которые максимально выявляют межгрупповые различия. С их помощью можно также выделить наиболее информативные исходные признаки и представить полученные результаты на плоскости первых двух-трех канонических переменных, что делает их более наглядными [2, 3].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из 12 морфологических признаков, по которым был проведен канонический анализ, наиболее информативными оказались толщина побега, длина и ширина листа, а также угол верхушки и сизость листа (таблица 1).

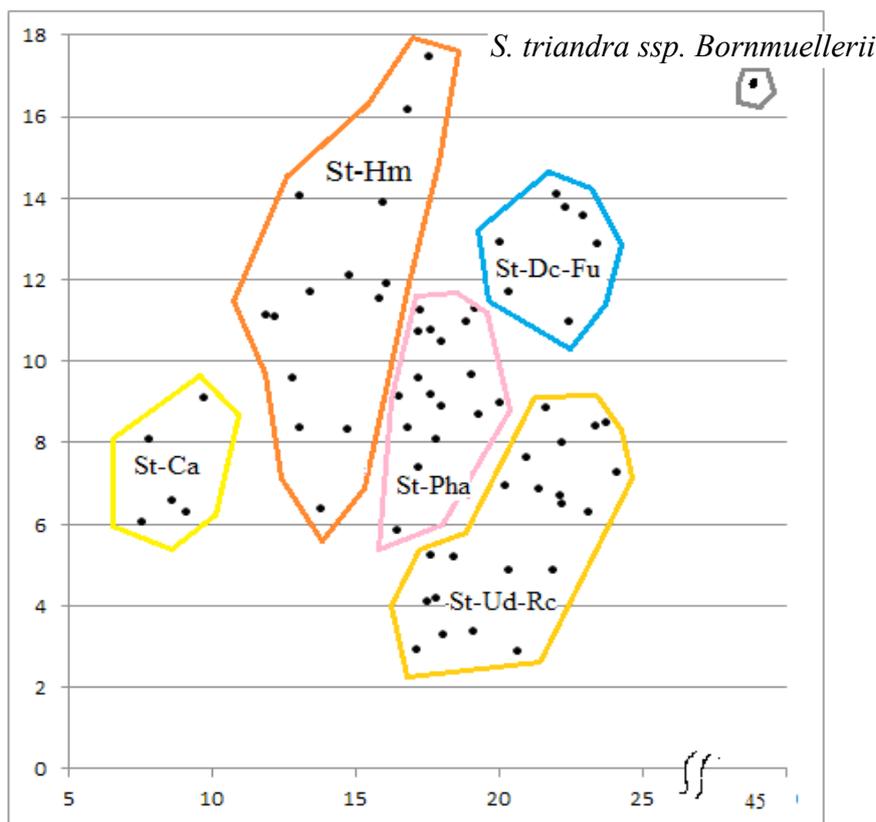
Таблица 1. – Результаты канонического анализа ценопопуляций ивы трехтычинковой по морфологическим признакам листа и побега

Морфологические признаки	Информативная ценность признака			
	G1	G2	G3	G gen
1. Длина побега, мм	-0,34	-0,21	0,10	2,71
2. Толщина побега между 3 и 4 листом, мм	0,51	-0,001	<b>-0,78</b>	<b>7,13</b>
3. Толщина побега в средней части, мм	<b>-0,81</b>	<b>1,12</b>	<b>0,63</b>	<b>6,90</b>
4. Угол отхождения побега, град.	0,54	-0,02	-0,38	3,45
5. Длина междоузлия, мм	0,03	<b>-1,14</b>	0,21	2,60
6. Длина листа, мм	<b>0,68</b>	0,08	0,25	<b>5,18</b>
7. Ширина листа, мм	<b>-0,96</b>	<b>1,30</b>	<b>-1,27</b>	<b>9,42</b>
8. Угол основания листа, град.	0,50	<b>0,71</b>	0,10	3,45
9. Угол верхушки листа, град.	0,52	<b>-1,01</b>	<b>1,60</b>	<b>11,45</b>
10. Положение наибольшей ширины листа, мм	-0,27	0,01	-0,21	4,21
11. Длина черешка, мм	0,23	<b>0,65</b>	0,12	3,27
12. Сизость листа, баллы	<b>-0,93</b>	0,51	0,61	<b>7,65</b>

По результатам анализа рассчитаны собственные числа для каждой ценопопуляции по первым двум каноническим переменным, которые представлены в графическом виде на рисунке 2.

Результаты свидетельствуют о несомненном родстве изученных особей: все точки, соответствующие ценопопуляциям *S. triandra ssp. triandra*, располагаются компактно. Точка, соответствующая популяции из Армении (*S. triandra ssp. Bornmuellerii*), значительно удалена от остальных по первой канонической переменной.

Ассоциации ивы трёхтычинковой распределяются в плоскости первых двух канонических переменных по эколого-фитоценоотическому признаку. Вся совокупность распадается на 3 группы, соответствующие различным типам ивняков, а одна из них, наиболее многочисленная, в свою очередь, – на 3 области, соответствующие следующим ассоциациям: ивняк трехтычинковый мезофитно-разнотравный, ивняк трехтычинковый канареечниковый и ивняк трехтычинковый крапивно-ежевичный. Как уже было сказано выше, сизолистная, переходная и зеленолистная



St-Ca – ивняк трёхтычинковый остроосоковый; St-Hm – ивняк трёхтычинковый мезофитно-разнотравный; St-Pha – ивняк трёхтычинковый канареечниковый; St-Ud-Rc – ивняк трёхтычинковый крапивно-ежевичный; St-Dc-Fu – ивняк трёхтычинковый щучково-лабазниковый

Рисунок 2. – Расположение особей ивы трёхтычинковой из разных ассоциаций в плоскости первых двух канонических переменных (по совокупности морфологических признаков)

формы ивы трёхтычинковой достаточно четко привязаны к определенным ассоциациям. В наших гербарных образцах оказалось лишь три исключения: образцы из г. Стрешина и г. Лоева, собранные в ивниках трёхтычинковых крапивно-ежевичных, отнесены к сизолистной форме, а образцы из г. Шклова, собранные в ивнике мезофитно-разнотравном, – к переходной форме. По результатам анализа точки, обозначающие эти местонахождения, оказались за пределами соответствующих ассоциаций, и первые две включены в область ивняков трёхтычинковых мезофитно-разнотравных, а третья – в область ивняков трёхтычинковых канареечниковых.

Области, соответствующие выделенным типам ивняков и ассоциациям первого типа, не трансgressируют в плоскости первых двух канонических переменных, что свидетельствует о существенной их обособленности по комплексу морфо-

логических признаков. Первая каноническая переменная приобретает максимальные значения для особей с тонкими побегами и длинными узкими зелеными листьями, по второй канонической переменной выделяются особи с толстыми побегами и короткими междуузлиями в сочетании с широкими листьями с длинными черешками.

Пространственно 3 ассоциации ивняка первого типа (ежевично-канареечникового) образуют ряд, который можно интерпретировать по вкладу каждого из изученных признаков в канонические переменные как сизолистную, переходную и зеленолистную формы ивы трёхтычинковой, таксономический статус которых окончательно до сих пор не определен.

Если исключить из анализа все особи с переходной окраской нижней стороны листа, то вся совокупность местонахождений распадается на две области, четко

разграниченные между собой, которые соответствуют зеленолистной (*f. viridis*) и сизолистной (*f. discolor*) формам ивы трёхтычинковой (рисунок 3).

Всё вышесказанное позволяет предположить преимущественно симпатрический механизм видообразования у данного вида в пойменных местообитаниях.

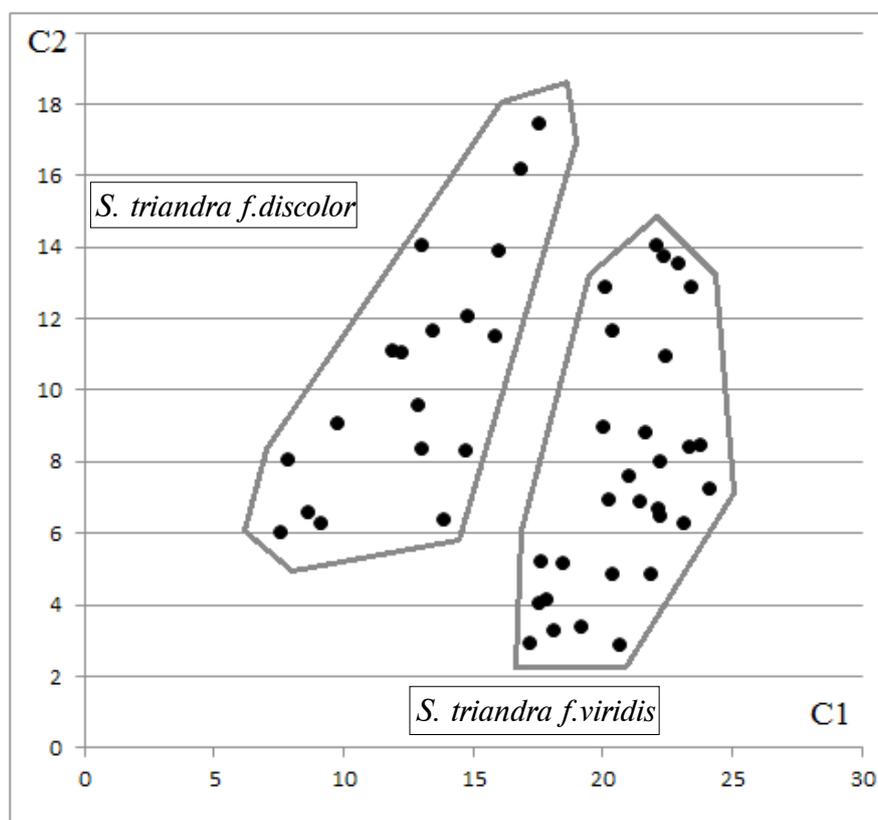


Рисунок 3. – Расположение особей ивы трёхтычинковой, соответствующих зеленолистной и сизолистной формам, в плоскости первых двух канонических переменных (по совокупности морфологических признаков)

Проблема симпатрического видообразования является одной из актуальных проблем теоретической биологии. Во всех моделях постепенного симпатрического видообразования в качестве пускового механизма дивергенции выступает дизруптивный отбор. Имеются некоторые возражения против того, что дизруптивный отбор может обеспечить значимую дивергенцию внутрипопуляционных группировок. Ещё Э. Майр в своей монографии писал, что «дизруптивный отбор в пользу разных вариантов в пределах популяции может иметь только два результата: либо полиморфизм, либо вымирание одной из форм» [9, с. 298]. Однако немногие данные по естественным популяциям подтверждают, что дизруптивный отбор может образовать микродифференциацию в пределах одной популяции [10].

Вопрос о природе и путях возникновения репродуктивной изоляции может решаться в основном двумя путями: 1) индивидуальные варианты – экоэлементы – биологические расы – симпатрические виды; 2) индивидуальные варианты – экоэлементы – экотипы – аллопатрические виды [11, 12]. Первый вариант предполагает формирование такого механизма изоляции, как выбор среды обитания в пределах одной территории, положительное ассортативное скрещивание или сезонная изоляция. При втором варианте механизм изоляции должен приводить к пространственному разобщению первоначально единой популяции путём жёстких различий в давлении отбора.

Проблема поддержания внутрипопуляционного полиморфизма традиционного исследуется в рамках генетического под-

хода, то есть посредством анализа условий возникновения устойчивого соотношения аллелей, соответствующих одному гену. Обычно устанавливаемый полиморфизм носит балансовый характер, то есть обусловлен балансом нескольких процессов, одним из которых обязательно является естественный отбор. Афоным А. А. предложено понятие «метагенофонд» для обозначения множества популяционных генофондов в составе биоценоза. Метагенофонд рассматривается им как единая генетическая система симпатрических видов при высокой вероятности гибридизации, которая встречается в основном в популяциях, подвергающихся сильному антропогенному воздействию [13].

Наряду с генетическим подходом к исследованию механизмов, обеспечивающих полиморфизм в природных популяциях, существует также экологический подход, охватывающий более широкий класс биологических сообществ [10]. Изменчивость абсолютных размеров листа находится, по-видимому, под совокупным контролем генетических и экологических факторов, при этом не исключена возможность дифференциальной гибели проростков в разных условиях обитания [14].

Процесс видообразования у *Salix triandra* L. в поймах, вероятно, происходит по первому из вышеназванных путей через стадии индивидуальных элементов, экоэлементов и биологических рас. Механизм изоляции включает в себя выбор среды обитания в пределах одной территории, причем эффективность отбора за счет дифференциальной гибели семян бывает весьма значительной, достигая в некоторых популяциях генной частоты 0,96 или даже 1,0 [15].

В настоящее время нет оснований полагать, что этот процесс уже привел к образованию симпатрических видов. Но весьма вероятно возникновение репродуктивной изоляции при смещении времени цветения особей из различных ассоциаций, в разной степени удаленных от русла, в связи с постепенным уменьшением уровня воды после паводка [16].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Различия между *f. discolor* и *f. viridis* у ивы трехтычинковой по совокупности морфологических признаков вполне из-

меримы, но не достигают уровня подвиговых. Морфотипы формируются в основном под воздействием комплекса факторов, определяемых положением ценопопуляции в пойме. Процесс видообразования в коренных типах пойменных ивняков, по-видимому, протекает по симпатрическому механизму с возможностью возникновения репродуктивной изоляции в связи с режимом поемности.

### SUMMARY

N. A. Kuzmichova

#### INTRASPECIFIC STRUCTURE OF *SALIX TRIANDRA* L. NATURAL POPULATIONS

The article describes results of intraspecific structure analysis of *Salix triandra* natural populations by one of multidimensional statistics methods. Species *Salix triandra* L. is traditionally divided into two forms: *discolor* and *viridis* which taxonomical status is not determined. Distribution of these forms is caused by both climatic and edaphic factors. Connection of the species belonging to one of the forms in the situation of coenopopulations of *Salix triandra* in flood-lands is distinctly traced. According to canonical analysis it has been stated that areas of the points corresponding to 3 *Salicetum triandrosus* types, one of which is divided into 3 associations, are not intersected in the coordinate system of the first two canonic variables. Accurate differences in the complex of morphological features between two forms increase when transitional forms are excluded from analysis. All above mentioned may suppose mainly sympatric way of *Salix triandra* speciation taking place within one population going through the stages of ecoelements and biological races. Reproductive isolation appears because of the difference in blooming time of species situated at different distance from the flood-lands with the decrease of flood waters level. Divergence degree of *discolor* and *viridis* forms of *Salix triandra* varies in different populations but does not reach the range of subspecies.

Keywords: *Salix triandra* L., morphological features, canonic analysis, sympatric speciation.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцов, А. К. Ивы СССР / А. К. Скворцов. – Москва: Наука, 1968. – 262 с.
2. Дерябин, В. Е. Курс лекций по много-

мерной биометрии для антропологов / В. Е. Дерябин. Москва: Изд-во Моск. гос. ун-та, 2008. – 332 с.

3. Кузьмичева, Н. А. Таксономическая значимость морфологических признаков листа и побега восточноевропейских видов ив / Н. А. Кузьмичева // Вестн. фармации. – 2008. – № 4. – С. 12–22.

4. Парфенов, В. И. Ивы (*Salix* L.) в Белоруссии: таксономия, фитоценология, ресурсы / В. И. Парфенов, И. Ф. Мазан. – Минск: Наука и техника, 1986. – 167 с.

5. Валягина-Малютина, Е. Т. Ивы Европейской части России / Е. Т. Валягина-Малютина. – Москва: Товарищество науч. изд. КМК, 2004. – 217 с.

6. Афонин, А. А. Формовое разнообразие ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L.) на территории Восточной Европы / А. А. Афонин, Я. Д. Фучило // Вестн. Брянского гос. ун-та. – 2012. – № 4: Естественные и точные науки. – С. 32–36.

7. Карта для определения высоты местности и профиля высот с учетом кривизны земли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://22dx.ru/online/karta-vy-sot/>. – Дата доступа: 27.08.2022.

8. Кузьмичева, Н. А. Морфологическая изменчивость листа и побега ивы трехтычинковой в связи с положением ценопопуляции в пойме / Н. А. Кузьмичева // Вестн. фармации. – 2022. – № 3. – С. 35–43.

9. Майр, Э. Популяции, виды и эволюция / Э. Майр. – Москва: Мир, 1974. – 460 с.

10. Громова, Н. П. Математическое моделирование эволюционного процесса и проблема сосуществования биологических форм: автореф. дис. ... канд. физико-математических наук: 03.00.02. / Н. П. Громова. – Владивосток, 1994. – 18 с.

11. Гриценко, В. В. Концепция вида и симпатрическое видообразование / В. В. Гриценко, А. Г. Креславский; под ред. А. С. Северцова. – Москва: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1983. – 192 с.

12. Креславский, А. Г. Симпатрическое видообразование у животных: дизруптивный отбор или экологическая сегрегация? / А. Г. Креславский // Журн. общей биологии. – 1994. – Т. 55, № 4/5. – С. 404–419.

13. Метагенофонд симпатрических популяций с различным уровнем репродуктивной изоляции: на примере ив (*Salix* L.) / А. А. Афонин [и др.] // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований за 2010 г. – Брянск: Брянский гос. ун-т, 2010. – С. 77–86.

14. Афонин, А. А. Механизмы эволюционной устойчивости симпатрических видов ив / А. А. Афонин // Современные технологии воспроизводства целевых лесов в Юго-Западном регионе Центральной части России: материалы междунар. науч.-производств. конф. –

Брянск: Брянская гос. инженерно-технологическая акад., 2002. – С. 128–136.

15. Юрьев, А. И. Внутривидовая дифференциация в связи с пространственной изоляцией и экологическими различиями: автореф. дис. ... канд. биологических наук: 03.00.05 / А. И. Юрьев. – Москва, 1995. – 21 с.

16. Сидорчук, А. Ю. Морфология речного русла и определяющие ее природные факторы / А. Ю. Сидорчук // Системный подход в геоморфологии: сб. / ред.: И. И. Спасская, К. С. Лазаревич. – Москва: Акад. наук СССР, 1988. – С. 6–12.

## REFERENCES

1. Skvortsov AK. Willows of the USSR. Moskva, RF: Nauka; 1968. 262 s. (In Russ.)

2. Deriabin VE. Lecture course on multidimensional biometrics for anthropologists. Moskva, RF: Izd-vo Mosk gos un-ta; 2008. 332 s. (In Russ.)

3. Kuz'micheva NA. Taxonomic Significance of Morphological Features of the Leaf and Shoot of Eastern European Willow Species. Vestn farmatsii. 2008;(4):12–22. (In Russ.)

4. Parfenov VI, Mazan IF. Willows (*Salix* L.) in Belarus: taxonomy, phytocenology, resources. Minsk, RF: Nauka i tekhnika; 1986. 167 s. (In Russ.)

5. Valiagina-Maliutina ET. Willows of the European part of Russia. Moskva, RF: Tovarichestvo nach izd KMK; 2004. 217 s. (In Russ.)

6. Afonin AA, Fuchilo IaD. Form diversity of willow (*Salix triandra* L.) in Eastern Europe. Vestn Brianskogo gos un-ta. 2012;(4 Estestvennye i tochnye nauki):32–6. (In Russ.)

7. Map for determining the height of the terrain and the profile of heights, taking into account the curvature of the earth [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://22dx.ru/online/karta-vy-sot/>. Data dostupa: 27.08.2022. (In Russ.)

8. Kuz'micheva NA. Morphological variability of the leaf and shoot of the willow thoracic in connection with the position of the cenopopulation in the floodplain. Vestn farmatsii. 2022;(3):35–43. doi: 10.52540/2074-9457.2022.3.35. (In Russ.)

9. Mair E. Populations, species and evolution. Moskva, RF: Mir; 1974. 460 s. (In Russ.)

10. Gromova NP. Mathematical modeling of the evolutionary process and the problem of the coexistence of biological forms: avtoref dis ... kand fiziko-matematicheskikh nauk: 03.00.02. Vladivostok, RF; 1994. 18 s. (In Russ.)

11. Gritsenko VV, Kreslavskii AG. The species concept and sympatric speciation. Sevrtsov AS, redactor. Moskva, RF: Izd-vo Mosk gos un-ta; 1983. 192 s. (In Russ.)

12. Kreslavskii AG. Sympatric speciation in animals: disruptive selection or ecological

segregation? Zhurn obshchei biologii. 994;55(4-5):404–19. (In Russ.)

13. Afonin AA, Anishchenko LN, Borzdyko EV, Markelova NV. Metagene pool of sympatric populations with different levels of reproductive isolation: on the example of willows (*Salix* L.). Ezhegodnik NII fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy za 2010 g. Briansk, RF: Brianskii gos un-t; 2010. s. 77–86. (In Russ.)

14. Afonin AA. Mechanisms of Evolutionary Stability of Sympatric Willow Species. V: Sovremennye tekhnologii vosпроизводства tselevykh lesov v Iugo-Zapadnom regione Tsentral'noi chasti Rossii. Materialy mezhdunar nauch-proizvodstv konf. BrianskRF: Brianskaia gos inzhenerno-tekhnologicheskaia akad; 2002. s. 128–36. (In Russ.)

15. Iur'ev AI. Intraspecific differentiation due

to spatial isolation and ecological differences: avtoref dis ... kand biologicheskikh nauk: 03.00.05. Moskva, RF; 1995. 21 s. (In Russ.)

16. Sidorchuk AIu. Morphology of the riverbed and natural factors that determine it. V: Spasskaia II, Lazarevich KS, redaktory. Sistemnyi podkhod v geomorfologii: sb. Moskva, RF: Akad nauk SSSR; 1988. s. 6–12. (In Russ.)

**Адрес для корреспонденции:**

210009, Республика Беларусь,  
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,  
УО «Витебский государственный ордена  
Дружбы народов медицинский университет»,  
кафедра фармакогнозии с курсом ФПК и ПК,  
e-mail: kuzm\_n-a@mail.ru,  
Кузьмичева Н. А.

Поступила 21.12.2022 г.

УДК 631.42

DOI: <https://doi.org/10.52540/2074-9457.2022.4.46>

Г. Н. Бузук

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ ИНДЕКСОВ В КАЧЕСТВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРОФНОСТИ ПОЧВ В ФИТОЦЕНОЗАХ

г. Витебск, Республика Беларусь

*Целью настоящей работы является разработка почвенных индексов, характеризующих трофность почвы. С использованием модифицированных пипеток определены набухание и цветовые координаты в CIE Lab пространстве образцов почвы различных типов и массы до и после удаления органического вещества с помощью водорода пероксида. Установлена линейная зависимость между массой образца и величиной его набухания. Коэффициент наклона линии регрессии хорошо согласуется с трофностью почвы. Плотность почвы после набухания в воде нелинейно связана с массой образца, хорошо аппроксимируется экспоненциальной функцией и отрицательно связана с трофностью почвы. Удаление органического вещества повышает плотность почвы. Определена оптимальная масса образца почвы для анализа. Для удаления органического вещества предложена 2–3 кратная обработка почвы в чашках Петри 30% водорода пероксидом при комнатной температуре и промежуточным высушиванием досуха. Для определения роли органического вещества в трофности почвы предложен индекс dE – Евклидово расстояние между координатами цвета в CIE Lab пространстве до и после удаления органического вещества. Предложенные почвенные индексы могут быть использованы для оценки трофности почв при выращивании лекарственных растений.*

**Ключевые слова:** почвенные индексы, набухание, трофность, глина, органическое вещество, линейная и нелинейная регрессия, цвет и цветовое расстояние.

### ВВЕДЕНИЕ

Почвы характеризуются определенным плодородием. Под плодородием почв понимают их способность удовлетворять потребности растений в элементах минерального питания, реакции почвенного

раствора, благоприятном воздушном режиме (аэрации), уровне влаго- и теплообеспеченности, окислительно-восстановительного потенциала и др. Плодородие почв влияет на биомассу растений, в том числе лекарственных [1].

Различают природное и искусственное