

УДК 631.526.2:582.623:311.12

МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЛИСТКА ЯК ЕЛЕМЕНТ ВИВЧЕННЯ МІЖВИДОВОЇ СПОРІДНЕНОСТІ ВЕРБ

БАЛИКІНА В. В. - аспірант Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

Постановка проблеми. Під *Salix L.* відноситься до найскладніших для систематики таксонів, оскільки його представники відзначаються високою генетичною мінливістю. Основна складність систематики верб полягає в тому, що внутрішньовидові варіації значні, а міжвидові віднайти і сформувати досить складно, тобто індивідуальна мінливість переважає міжвидову. Тому виявлення чітких міжвидових меж є одним з основних завдань систематики.

Стабільні міжвидові відмінності у верб інтерпретуються через ознаки форми, величини, забарвлення, які є досить складними для сприйняття. Важливою діагностичною ознакою різних видів верб є форма листка, що варіює від округлої до лінійно-ланцетної і може бути відображена через комплекс кількісних ознак [1]. Проте значна внутрішньовидова мінливість ознаки ускладнює використання її з метою ідентифікації видів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Над питаннями таксономічної діагностики видів деревних рослин за допомогою методів багатомірної статистики працювали А. А. Афонин [2, 3], П. П. Попов [4], Н. А. Гашева [5], які досліджували закономірності мінливості розмірів і форм вегетативних органів рослин для вивчення біологічного різноманіття. Грунтовну роботу з моніторингу та класифікації популяцій верб провела Н. А. Гашева, яка за комплексом показників та індексів форми листка з використанням методів метрики, дискримінантного і кластерного аналізів навела прийоми полегшення процесу ідентифікації видів [6]. Проте її дослідження стосуються верб Західного Сибіру, малопоширених на території України, де все більше актуальності набуває моніторинг і поглиблене вивчення видів та різновидів верб з метою використання у біоенергетиці.

Мета досліджень – дослідити взаємозв'язки між представниками роду *Salix L.* за допомогою дискримінантного аналізу і на основі морфометричного аналізу листків визначити фенотипові дистанції.

Матеріали та методика досліджень. Аналіз здійснювали на основі результатів досліджень, проведених в

Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН протягом 2011–2014 рр., згідно з ПНД 22 «Біоенергетичні ресурси» Підпрограма 5 «Тверді види палива». Колекція верби налічувала 21 вид і гібридну форму. Для дослідження використовували листки верби, відібрані у весняно-літній період (по 50 листків з п'яти рослин кожного зразка).

Найповніше описують форму листка такі морфологічні параметри: довжина листової пластинки (*Lл*), ширина листової пластинки (*Dmx*), довжина черешка (*Lч*), розміщення (в см) максимальної ширини від верхівки листка (*SDmxT*), розміщення (в см) максимальної ширини від основи листка (*SDmxB*), ширина листка на відстані $0,1Dmx$ від верхівки (*DmnT*), ширина листка на відстані $0,1Dmx$ від основи (*DmnB*), розміщення (в см) ширини ли-

стка, що відповідає довжині черешка, від верхівки (*SLчT*), розміщення (в см) ширини листка, що відповідає довжині черешка, від основи (*SLчB*). Крім того, за співвідношенням абсолютних показників складено такі індекси: *Lч/Lл*, *Dmx/Lл*, *SDmxT/Lл*, *SLчT/Lл*, *SLчB/Lл*, *DmnT/Lл*, *Lч/Dmx*, *SDmxT/Lч*, *SLчT/Lч*, *SLчB/Lч*, *DmnT/Lч*, *DmnT/Dmx*, *DmnB/Dmx*, *SDmxB/Dmx*, *DmnT/SDmxT*, *SLчB/SDmxT*, *SLчT/SDmxT*, *DmnT/SLчT*, *SLчB/SLчT*, *DmnT/SLчB*, *SDmxT/Dmx*, *SDmxB/Lл*, *SDmxB/SDmxT*, *SLчB/SDmxB*, *DmnT/DmnB* [7].

Незважаючи на те, що використанню форми листка для діагностики завважає висока її внутрішньовидова мінливість, дискримінантний аналіз дозволяє за незначними кількісними відмінностями, взятими в комплексі, визначити належність об'єкту до певної

Таблиця 1

Розподілення зразків верби за особливостями пропорції листків

№ з/п	Назва виду	Lл/Dmx
1	В. гостролиста	11,94±0,02
2	В. прутовидна	11,55±0,01
3	В. прутовидна х В. козяча	10,94±0,15
4	В. біла, місцева форма	9,78±0,03
5	В. каспійська х В. пурпурова	9,51±0,01
6	В. каспійська	9,40±0,01
7	В. прутовидна х В. гостролиста	9,24±0,02
8	В. розмаринолиста	8,49±0,04
9	В. козяча х В. пурпурова	8,28±0,02
10	В. пурпурова х В. прутовидна	7,90±0,03
11	В. тритичинкова, місцева форма	7,55±0,02
12	В. біла	6,30±0,03
13	В. тритичинкова	5,99±0,02
14	В. цілолиста х В. гостролиста	5,84±0,01
15	В. кангінська	5,60±0,02
16	В. уральська	5,25±0,02
17	В. Матсуда	5,15±0,03
18	В. біла, форма срібляста	3,99±0,01
19	В. попеляста	3,45±0,15
20	[(В. прутовидна х В. пурпурова) х (В. каспійська х козяча)]	3,13±0,02
21	В. повзуча	1,47±0,03

Таблиця 2

Порівняльна характеристика результатів дискримінантного аналізу за різними комплексами показників

Показник	За показниками	За індексами
Загальний відсоток коректних класифікацій	83,19	88,14
Найвищий груповий відсоток коректних класифікацій	100 [(в. прутувидна х в. пурпурова) х (в. каспійська х в. козяча)], в. прутувидна, в. прутувидна х в. гостролиста, в. повзуча	100 [(в. прутувидна х в. пурпурова) х (в. каспійська х в. козяча)], в. прутувидна, в. тритичинкова, місцева форма, в. попеляста, в. прутувидна х в. гостролиста, в. повзуча
Найнижчий груповий відсоток коректних класифікацій	39 в. каспійська х в. пурпурова 58 в. кангінська	40 в. кангінська
Найбільша фенотипова дистанція	354,44 в. уральська - в. попеляста	2398,96 в. повзуча - в. прутувидна
Найменша фенотипова дистанція	4,86 в. козяча х в. пурпурова - в. біла, місцева форма	7,72 в. козяча х в. пурпурова - в. біла, місцева форма

групи. Фенотипові дистанції між видами і гібридними формами верб оцінювали за величиною відстані (квадратом відстані) Махаланобіса. Дискримінантний аналіз проводили з використанням пакету Statistica 6.0 окремо за комплексом показників та комплексом індексів [8, 9].

Результати досліджень. Форма листка досліджених зразків значно різняться: від лінійної до округлої залежно від виду. В табл. 1 наведено показники співвідношення довжини і ширини листків досліджених видів і гібридних форм верб. Показник пропорції коливається в межах від 11,94 до 1,47.

Результати дискримінантного аналізу за комплексом значень показників достатньо надійні: показник лямбда Вілка дорівнює 0,000015; апроксимація $F(180, 1511) = 25,31005$; $p < 0,0000$. В аналізі брали участь усі 9 вимірів. За даними класифікаційного матриксу загальний відсоток коректних класифікацій склав 83,19 %. Максимально вірна ідентифікація листків характерна групам [(в. прутувидної Ч в. пурпурової) Ч (в. каспійської Ч в. козячої)] (100 %), в. прутувидної (100 %), в. прутувидної Ч в. гостролистої (100 %) та в. повзучої (100 %), мінімальна – в групі в. каспійської Ч в. пурпурової (39 %) і у групі в. кангінської (58 %). В групі в. тритичинкової, місцевої форми 15 % листків віднесено до в. тритичинкової та 5 % – до в. Матсуда; в групі в. тритичинкової 20 % – до в. тритичинкової, місцевої форми і 5 % – до в. Матсуда; в групі в. Матсуда 5 % – до в. тритичинкової, місцевої форми і 5 % – до в. тритичинкової; в групі в. попелястої 3 % – до [(в. прутувидної Ч в. пурпурової) Ч (в. каспійської Ч в. козячої)]; в групі в.

Таблиця 3
Фенотипові дистанції видів та гібридних форм відносно верби прутувидної та показники пропорції листків

№ з/п	Назва виду	Квадрат відстані Махаланобіса		Відносний коефіцієнт пропорції
		за індексами	за показниками	
1	В. прутувидна	0	0	1
2	[(В. прутувидна х В. пурпурова) х (В. каспійська х В. козяча)]	593,50	49,72	0,27
3	В. тритичинкова, місцева форма	404,56	45,67	0,66
4	В. тритичинкова	372,08	31,32	0,52
5	В. Матсуда	426,12	33,28	0,44
6	В. попеляста	1129,41	200,44	0,30
7	В. пурпурова х В. прутувидна	1719,97	129,04	0,68
8	В. каспійська	1774,77	153,23	0,81
9	В. прутувидна х В. гостролиста	1773,58	167,33	0,80
10	В. гостролиста	1841,80	162,20	1,03
11	В. біла	1730,64	187,98	0,54
12	В. біла, місцева форма	1778,01	143,32	0,84
13	В. уральська	1852,16	244,19	0,46
14	В. біла, форма срібляста	1738,11	175,90	0,34
15	В. каспійська х В. пурпурова	1773,93	177,68	0,82
16	В. цілолиста х В. гостролиста	1785,46	208,99	0,50
17	В. повзуча	2398,96	158,42	0,13
18	В. козяча х В. пурпурова	1741,89	133,20	0,71
19	В. кангінська	1744,62	214,28	0,48
20	В. розмаринолиста	1767,32	140,46	0,73
21	В. прутувидна х В. козяча	1816,14	167,16	0,94

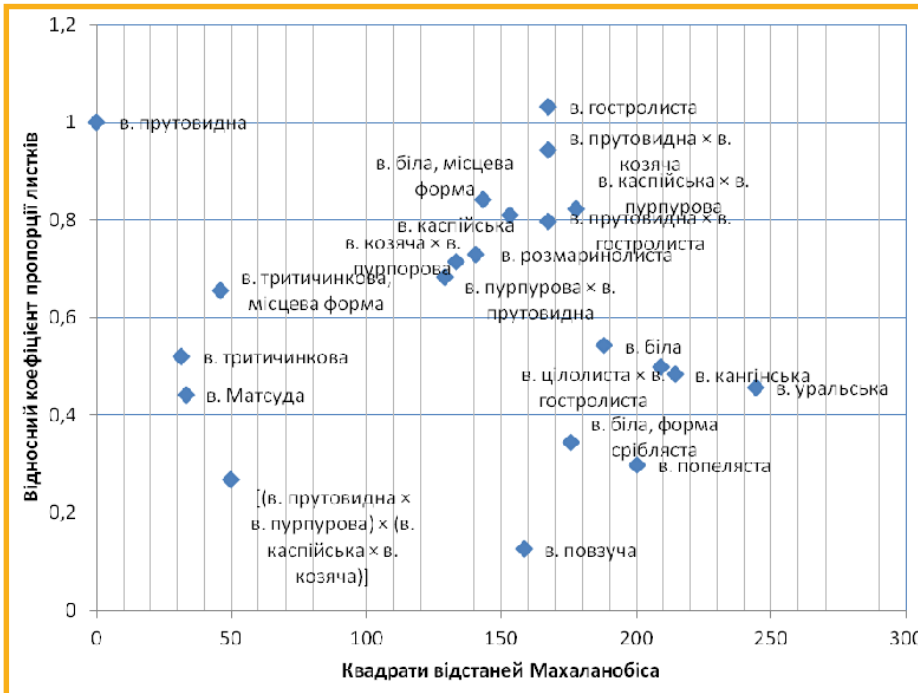


Рис. 1. Класифікаційно-діагностична шкала видів і гібридних форм верб за результатами дискримінантного аналізу комплексу показників листка

пурпурової Ч в. прутувидної 10 % – до в. прутувидної Ч в. гостролистої, 7 % – до в. гостролистої та 5 % – до в. білої, форми сріблястої; у групі в. каспійської 5 % – до в. пурпурової Ч в. прутувидної та 5 % – в. гостролистої; у групі в. гостролистої 4 % – до в. прутувидної Ч в. гостролистої; у групі в. білої 10 % – до в. білої, форми сріблястої; у групі в. білої, місцевої форми 10 % – до в. прутувидної Ч в. гостролистої, 7 % – до в. каспійської та 12 % – до в. козячої Ч в. пурпурової; у групі в. уральської 7 % – до в. козячої Ч в. пур-

пурової; у групі в. білої, форми сріблястої 10 % – до в. пурпурової Ч в. прутувидної, 16 % – до в. білої, 11 % – до в. повзучої та 10 % – до в. кангінської; в групі в. каспійської Ч в. пурпурової 10 % – до в. білої, місцевої форми, 20 % – до в. козячої Ч в. пурпурової, 8 % – до в. розмаринолистої та 23 % – до в. прутувидної Ч в. козячої; у групі в. цілолистої Ч в. гостролистої по 4 % – до в. козячої Ч в. пурпурової та в. розмаринолистої; у групі в. козячої Ч в. пурпурової 9 % – до в. каспійської Ч в. пурпурової; у групі в. кангін-

нської 25 % – до в. білої та 17 % – до в. білої, форми сріблястої; у групі в. розмаринолистої 5 % – до в. уральської, 17 % – до в. козячої Ч в. пурпурової та 6 % – до в. прутувидної Ч в. козячої; у групі в. прутувидної Ч в. козячої 12 % – до в. каспійської Ч в. пурпурової і 6 % – до в. розмаринолистої. Найбільша фенотипова дистанція ($D^2=354,44$) відмічена між в. уральською та в. попельястою. Найменша фенотипова дистанція ($D^2=4,86$) – між в. козячою Ч в. пурпуровою і в. білою, місцевою формою.

Можна стверджувати, що результати дискримінантного аналізу вибірок за комплексом 23 індексів достатньо надійні, оскільки показник точності дискримінації λ Вілкса = 0, 000000, апроксимація $F(440, 2563)=22,784$; $p < 0,0000$. З загальної кількості індексів у дискримінації брали участь 13: $SDmxT/Dmx$, $SL4B/L4$, $DmnB/Dmx$, $SL4B/SDmxT$, $SL4T/L4$, $DmnT/SDmxT$, $SDmxB/L4$, $SDmxB/L4$, $DmnT/Dmx$, $DmnT/L4$, $DmnT/L4$, $DmnT/DmnB$, $SDmxT/L4$. Інші індекси були виключені за комп'ютерного аналізу.

Отримані результати класифікаційного матриксу свідчать, що загальний відсоток коректно класифікованих варіантів високий – 88,14 %. Найвищий груповий відсоток (100 %) коректно віднесених до певного виду зразків відмічено у [(в. прутувидної Ч в. пурпурової) Ч (в. каспійської Ч в. козячої)], в. прутувидної, в. тритичинкової, місцевої форми, в. попельястої, в. прутувидної Ч в. гостролистої і в. повзучої. Найнижчий – у в. кангінської (40 %). В групі в. тритичинкової 14 % листків віднесено до в. тритичинкової, місцевої форми та 7 % – до в. Матсуда; у групі в. Матсуда по 5 % – до в. тритичинкової та в. тритичинкової, місцевої форми; у групі в. пурпурової Ч в. прутувидної 12 % – до в. прутувидної Ч в. гостролистої і 7 % – до в. білої; у групі в. каспійської 8 % – до в. пурпурової Ч в. прутувидної; у групі в. гостролистої 10 % – до в. прутувидної Ч в. гостролистої; у групі в. білої 5 % – до в. білої, форми сріблястої; у в. білої, місцевої форми 7 % – до в. каспійської та 16 % – до в. козячої Ч в. пурпурової; у групі в. уральської 10 % – до в. каспійської; у групі в. білої, форми сріблястої 5 % – до в. пурпурової Ч в. прутувидної; у групі в. каспійської Ч в. пурпурової 5 % – до в. білої, місцевої форми, 15 % – до в. козячої Ч в. пурпурової та 4 % – до в. розмаринолистої; у групі в. цілолистої Ч в. гостролистої 8 % – до в. козячої Ч в. пурпурової; у групі в. козячої Ч в. пурпурової 10 % – до в. каспійської Ч в. пурпурової; у групі в. кангінської 60 % – до в. білої; у групі в. розмаринолистої 20 % – до в. козячої Ч в. пурпурової; у групі в. прутувидної Ч в. козячої 8 % – до в. каспійської Ч в. пурпурової та 6 % – до в. розмаринолистої. Найбільшу фенотипову дистанцію ($D^2=2398,96$) відзначено між в. повзучою і в. прутувидною, най-

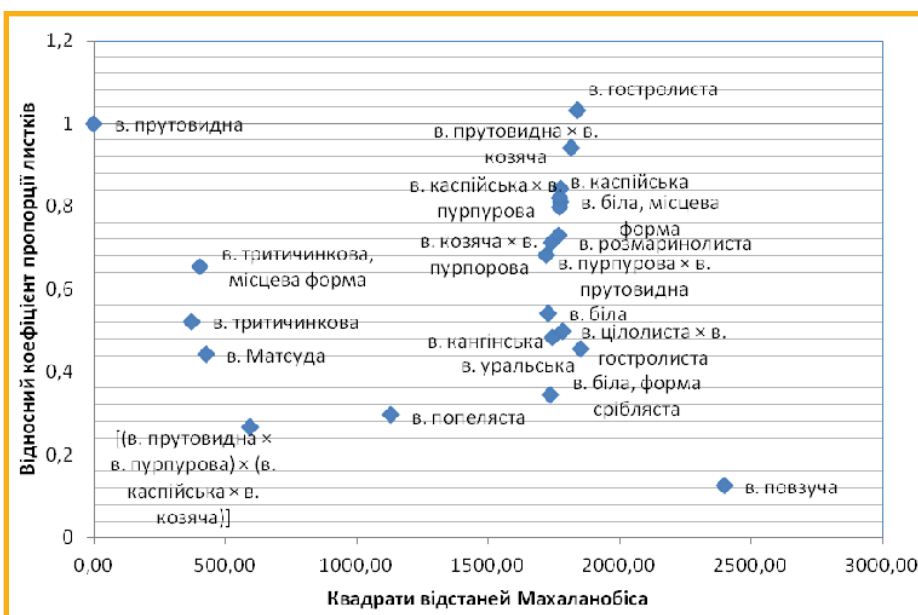


Рис. 2. Класифікаційно-діагностична шкала видів і гібридних форм верб за результатами дискримінантного аналізу комплексу індексів листка

меншу ($D^2=7,72$) – між в. козячою Ч в. пурпуровою і в. білою, місцевою формою (табл. 2).

Порівняльна характеристика результатів дискримінантного аналізу за різними комплексами показників (табл. 2) показує, що найменша фенотипова дистанція відмічена між одними й тими ж видами й формами верб – в. козячою Ч в. пурпуровою та в. білою, місцевою формою; найбільша – між різними формами. Загальний відсоток коректних класифікацій за показниками дещо нижчий, ніж за класифікації за індексами. Відмічено, що значення фенотипових дистанцій за індексами в кілька разів вищі від тотожних за показниками. А внутрішньовидові фенотипові дистанції в 2–3 рази нижчі, ніж міжвидові.

Для зручнішого використання зазначених вище значень пропонуємо використовувати класифікаційно-діагностичну шкалу з єдиною точкою відліку – в. прутувидною (вид обрано в якості вихідного зразка через значне його поширення на території України та широке використання). Шкала представлена у вигляді графіка, по осі Х відкладено значення фенотипових дистанцій, виражених квадратами відстаней Махаланобіса, по осі Y – відносні показники пропорції листків (відношення значення індексу $D_{mх}/L_l$ в. прутувидної до значень цього ж індексу інших видів і форм). Відносний коефіцієнт пропорції дозволяє врахувати і продемонструвати на графіку, до якої з крайніх форм (круглої чи лінійної) ближче листки того чи іншого виду (табл. 3, рис. 1–2) [10].

Розміщення видів на двох класифікаційно-діагностичних шкалах дещо подібне. На моделі за показниками (рис. 1) прослідковується чітка диференціація між видами, простір графіку заповнений рівномірно, точки, що відповідають положенню видів, розміщуються майже рівномірно, що пов'язано зі значною відмінністю у фенотипових дистанціях. На моделі за індексами (рис. 2) порядок видів майже тотожний, але з менш вираженою диференціацією між видами загалом і між в. каспійською, в. прутувидною Ч в. гостролистою, в. білою, місцевою формою, в. каспійською Ч в. пурпуровою, а також між в. пурпуровою Ч в. прутувидною, в. козячою Ч в. пурпуровою, в. розмаринолистою та між в. білою, в. уральською, в. цілолистою Ч в. гостролистою, в. кангінською. Шкала, складена за комплексом індексів, виявилася більш диференційованою за віссю Y, оскільки відмінності між видами в цьому випадку помітніші за значеннями коефіцієнтів пропорції листків.

Висновки. Аналіз об'єднаних в один статистичний комплекс кількісних значень морфоструктури листка видів і гібридних форм *Salix* L. показав, що з достатнім ступенем надійності, можна проводити їхню оцінку й порівняння, ви-

користовуючи показник фенотипової дистанції – квадрат відстані Махаланобіса. Значення квадратів відстаней Махаланобіса значно варіюють як між рослинами одного виду/гібридної форми, так і між видами загалом. Користуючись комплексом морфологічних параметрів та індексів листка, порівняно результати дискримінантного аналізу і визначено, що для моделі за комплексом

індексів характерні найбільша кількість зразків з коректними класифікаціями та найбільші фенотипові дистанції між видами. Проте найбільш диференційовану класифікаційно-діагностичну шкалу складено за комплексом показників листка. Встановлено, що найбільш близькі за морфоструктурою листка гібридна форма в. козяча Ч в. пурпурова і вид в. біла, місцева форма.

Використана література:

1. Chao N. On the classification and distribution of the family Salicaceae / N. Chao, G. T. Gong, J. Liu // Journal of Sichuan Forestry Science and Technology. – 1998. – № 19. – P. 9–20.
2. Афонин А. А. Закономерности изменчивости размеров листовой пластинки у разных видов ив / А. А. Афонин // Проблемы устойчивого развития радиоактивно загрязненных территорий стран СНГ. – Брянск: Изд-во БГПУ, 2000. – С. 98–100.
3. Афонин А. А. Ивы как объект для изучения биологического разнообразия // Вестник БГУ, 2003. – № 1. – С. 113–118.
4. Попов П. П. Классификация деревьев по форме семенных чешуй в промежуточных популяциях ели европейской и сибирской с помощью дискриминантного анализа / П. П. Попов // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – Тюмень: Институт проблем освоения Севера СО РАН, 2009. – № 9. – С. 77–85.
5. Гашева Н. А. Межвидовые фенотипические дистанции ив по комплексам морфометрических признаков листа / Н. А. Гашева // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – Тюмень: Институт проблем освоения Севера СО РАН, 2008. – № 8. – С. 116–123.
6. Гашева Н. А. Комплексная морфометрия листа *Salix bebbiana* Sarg. как элемент изучения внутривидовой структуры биоразнообразия ив / Н. А. Гашева // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. – 2008. – № 3. – С. 73–79.
7. Гашева Н. А. Опыт применения дискриминантного анализа для различия фенотипически сходных видов ив / Н. А. Гашева // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – Тюмень: Институт проблем освоения Севера СО РАН, 2005. – № 6. – С. 123–130.
8. Дронов С. В. Многомерный статистический анализ / С. В. Дронов. – Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2003. – 213 с.
9. Буреева Н. Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП «STATISTICA». Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Применение программных средств в научных исследованиях и преподавании математики и механики» / Н. Н. Буреева. – Нижний Новгород, 2007. – 112 с.
10. Гашева Н. А. Классификационно-диагностическая шкала рода *Salix* как возможность мониторинговых и таксационных ЭВМ-тестирований / Н. А. Гашева // Вестн. Оренбург. ун-та. – 2006. – № 4. – С. 23–27.

References:

1. Chao N. On the classification and distribution of the family Salicaceae / N. Chao, G. T. Gong, J. Liu // Journal of Sichuan Forestry Science and Technology. – 1998. – No 19. – P. 9–20.
2. Afonin, A. A. (2000). Regularities of size variability of the lamina of different willow species. Problemy ustoychivogo razvitiya radioaktivno zagryaznennykh territoriy stran SNG [Problems of Sustainable Development of Radioactively Contaminated Territories of the CIS Countries], 98–100. [in Russian].
3. Afonin, A. A. (2003). Willows as an object of study of biological diversity]. Vestnik Brjanskogo gosudarstvennogo universiteta [Herald of Bryansk State University], 1, 113–118. [in Russian].
4. Popov, P. P. (2009). Classification of trees in accordance with shaping of their seed scales in the intermediate populations of common spruce and Siberian spruce, using discriminant analysis. Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya [Journal of Ecology, of Forest and Landscape], 9, 77–85. [in Russian].
5. Hasheva, N. A. (2008). Willow interspecific phenotypic distances basing on morphometric leaf distinctions. Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya [Journal of Ecology, of Forest and Landscape], 8, 116–123. [in Russian].
6. Hasheva, N. A. (2008). Complex leafs morphometric of *Salix bebbiana* Sarg. as an element of intraspecies study of a willows biodiversity structure. Vestn. Tyumen. gos. un-ta. [Bulletin of the Tyumen University], 3, 73–79. [in Russian].
7. Hasheva, N. A. (2005). Experience of using discriminant analysis to differentiate phenotypically similar species willows. Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya [Journal of Ecology, of Forest and Landscape], 6, 123–130. [in Russian].
8. Dronov, S. V. (2003). Mnogomernyy statisticheskiy analiz [Multivariate statistical analysis]. Barnaul : Izd-vo Altayskogo gos. un-ta. [in Russian].
9. Bureeva, N. N. (2007). Mnogomernyy statisticheskiy analiz s ispol'zovaniem PPP «STATISTICA». Uchebno-metodicheskiy material po programme povysheniya kvalifikatsii «Primenenie programmnykh sredstv v nauchnykh issledovaniyakh i prepodavanii matematiki i mekhaniki» [Multivariate statistical analysis using PPP «STATISTICA». Teaching material for the training program «Application of software tools in research and teaching of mathematics and mechanics»]. Nizhniy Novgorod [in Russian].
10. Hasheva, N. A. (2006). Classification and diagnostic scale genus *Salix* as the possibility of monitoring and taxation of computer testing. Vestn. Orenburg. un-ta [Bulletin of the Orenburg University], 4, 23–27. [in Russian].

УДК 631.526.2:582.623:311.12

Баликіна В. В. Морфометричні показники листка як елемент вивчення міжвидової спорідненості верб.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна, e-mail: victoria.mamaisur@gmail.com

Мета. Дослідити взаємозв'язки між представниками роду *Salix* L. за допомогою дискримінантного аналізу і на основі морфометричного аналізу листків визначити фенотипові дистанції. **Методи.** Польовий і методи дискримінантного аналізу. **Результати.** Визначено, що показник пропорції листків досліджених видів і гібридних форм верб коливається в межах від 11,94 до 1,47. Найбільша фенотипова дистанція за комплексом вимірів ($D^2=354,44$) відмічена між в. уральською та в. попелястою. Найменша фенотипова дистанція ($D^2=4,86$) – між в. козячою Ч в. пурпурою і в. білою, місцевою формою. Найбільшу фенотипову дистанцію за комплексом індексів ($D^2=2398,96$) відзначено між в. повзучою і в. прутювидною, найменшу ($D^2=7,72$) – між в. козячою Ч в. пурпурою і в. білою, місцевою формою. Відзначено, що значення фенотипових дистанцій за індексами в кілька разів вищі за тотожні показники, внутрішньовидові фенотипові дистанції – в 2–3 рази нижчі, ніж міжвидові. Найбільша кількість зразків з коректними класифікаціями та найбільші фенотипові дистанції між видами характерні для моделі за комплексом індексів. Найбільш диференційовану класифікаційно-діагностичну шкалу складено за комплексом показників листка. **Висновки.** Використовуючи показник фенотипової дистанції – квадрат відстані Махаланобіса – проведено групування видів та гібридних форм верб, наочно зображено отримані результати за допомогою класифікаційно-діагностичних шкал. Визначено, що найбільш близькі за морфоструктурою листка гібридна форма в. козяча Ч в. пурпура і вид в. біла, місцева форма ($D^2=7,72$ за комплексом індексів і $D^2=4,86$ за комплексом показників).

УДК 631.526.2:582.623:311.12

Балыкина В.В. Морфометрические показатели листа как элемент изучения межвидового родства ив

Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03141, Украина, e-mail: victoria.mamaisur@gmail.com

Цель. Исследовать взаимосвязи между представителями рода *Salix* L. с помощью дискриминантного анализа и на основе морфометрического анализа листьев определить фенотипические дистанции. **Методы.** Полевой и методы дискриминантного анализа. **Результаты.** Определено, что показатель пропорции листьев исследованных видов и гибридных форм ив колеблется в пределах от 11,94 до 1,47. Наибольшая фенотипическая дистанция по комплексу измерений ($D^2 = 354,44$) отмечена между и. уральской и и. пепельной. Наименьшая фенотипическая дистанция ($D^2 = 4,86$) – между и. козьей Ч и. пурпурной и и. белой, местной формой. Наибольшую фенотипическую дистанцию по комплексу индексов ($D^2 = 2398,96$) отмечено между и. ползучей и и. прутювидной, наименьшую ($D^2 = 7,72$) – между и. козьей Ч и. пурпурной и и. белой, местной формой. Отмечено, что значение фенотипических дистанций по индексам в несколько раз выше тождественных по показателям, внутривидовые фенотипические дистанции в 2–3 раза ниже, чем межвидовые. Наибольшее количество образцов с корректными классификациями и наивысшие фенотипические дистанции между видами характерны для модели по комплексу индексов. Наиболее дифференцированную классификационно-диагностическую шкалу составлено по комплексу показателей листа. **Выводы.** Используя показатель фенотипической дистанции – квадрат расстояния Махаланобиса – проведено группировку видов и гибридных форм ив, наглядно изображены полученные результаты с помощью классификационно-диагностических шкал. Определено, что наиболее близкие по морфоструктуре листа гибридная форма ива козья Ч ива пурпурная и вид ива белая, местная форма ($D^2 = 7,72$ по комплексу индексов и $D^2 = 4,86$ по комплексу показателей).

Ключевые слова: дискриминантный анализ, расстояние Махаланобиса, фенотипические дистанции, классификационно-диагностическая шкала

UDC 631.526.2:582.623:311.12

Balykina V. Leaf morphometric parameters as a part of the examination of interspecies relationship of willows

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, 25, Klinichna str., Kyiv, 03141, Ukraine, e-mail: victoria.mamaisur@gmail.com

Purpose. To investigate the relationship between the representatives of genus *Salix* L. using discriminant analysis and to determine phenotypic distance based morphometric analysis of leaves. **Methods.** Field methods and discriminant analysis. **Results.** It was determined that the proportion of index of leaves of studied species and hybrid forms of willows ranges from 11.94 to 1.47. The highest phenotypic distance for complex measurements ($D^2 = 354,44$) was noted between *Uralian willow* and gray willow. The lowest phenotypic distance ($D^2 = 4,86$) was noted between goat willow Ч purple willow and white willow, local form. The highest phenotypic distance for complex indices ($D^2 = 2398,96$) was observed between creeping willow and basket willow, the lowest ($D^2 = 7,72$) was noted between goat willow Ч purple willow and white willow, local form. It was noted that the value of the phenotypic distances for complex indices were higher than for identical parameters in several times, intraspecific phenotypic distances were lower than interspecific in 2–3 times. The greatest number of correct classification of samples and the highest phenotypic distances between species are indicative for model for complex indices. The most differentiated diagnostic classification scale was combined for complex measurements of leaf. **Conclusions.** Using phenotypic distance index – squared Mahalanobis distance – organized grouping of species and hybrid forms of willows, clearly shows the results using diagnostic classification scales. Determined that the most close to morphological structure of leaf are hybrid form goat willow Ч purple willow and species white willow, local form ($D^2 = 7,72$ for complex indices and $D^2 = 4,86$ for complex measurements).

Keywords: discriminant analysis, Mahalanobis distance, phenotypic distance, classification and diagnostic scale.

БІО - БЛІЦ

НОРВЕГІЯ ВІДКРИВАЄ В УКРАЇНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ЦЕНТР

У місті Борщів Тернопільській області створюється норвезько-український центр біоенергетики і управління місцевими енергоресурсами. Проект покликаний збільшити виробництво і використання відновлюваної енергії, повідомили в прес-службі Тернопільської ОДА. Реалізується проект міжнародним фондом «Енержі Фарм» під егідою Міністерства закордонних справ Королівства Норвегії спільно з громадською організацією «Науково-технічний центр «Біоенергія» Тернопільської ОДА, Борщевською міськрадою і Борщевським агротехнічним коледжем. В рамках проекту передбачається обмін досвідом із Північним та Європейським регіоном у використанні біомаси, переробки відходів, будівництві котельні, створенні розплідників біоенергетичних культур, підготовці угод по організації енергетичних господарств та розробці планів співробітництва.

АГРАРІ НАЗВАЛИ КУЛЬТУРУ, ЯКА МОЖЕ ДАТИ УКРАЇНІ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНІСТЬ

За обсягами вирощування ріпаку Україна – друга в світі після Канади. В Європі з ріпаку виробляють біопаливо. Україна ж свій урожай відправляє на експорт, бо його ніде переробляти. «Ріпак, – розповів голова Аграрної партії України Віталій Скоцик в інтерв'ю Gazeta.ua, – міг би забезпечити енергетичну незалежність, а ми його весь експортуємо за кордон. В Європі навколо заводу з виробництва біодизелю на 150 кілометрів формується біокластер. Засівають поля ріпаком чи кукурудзою на сировину. Із зерна виходить 40-42 відсотки біодизелю і стільки ж – високопротеїнового жмиху. Це сухий корм для корів. Починають виникати молочні ферми. За ними – м'ясні. Поруч будуються заводи з переробки того, що не йде у виробництво. Виходить, ми купуємо нафту і продовжуємо бути енергозалежними від сусідів, а маємо своє «чорне золото»».