

ВИКОРИСТАННЯ МІЖВИДОВИХ ФЕНОТИПОВИХ ДИСТАНЦІЙ ВЕРБ ЗА МОРФОМЕТРИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ЛИСТКА ДЛЯ ВИДОВОЇ ДІАГНОСТИКИ

Баликіна В.В.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України

В статті обґрунтовано доцільність використання морфологічних параметрів листків верб в якості діагностичних показників для групування фенотипово подібних видів з метою подальшої їхньої ідентифікації. Порівняно результати дискримінантного аналізу видів і гібридних форм верб за комплексом морфологічних параметрів та індексів листка. Показано можливість створення класифікаційно-діагностичних шкал за фенотиповими дистанціями, які виражено значеннями відстаней Махаланобіса. Вищий відсоток коректних класифікацій та найбільші фенотипові дистанції між видами отримані під час діагностики зразків за комплексом індексів. Найбільш диференційовану класифікаційно-діагностичну шкалу складено за комплексом показників листка.

Ключові слова: дискримінантний аналіз, відстань Махаланобіса, фенотипові дистанції, класифікаційно-діагностична шкала.

Постановка проблеми. Для верб характерне утворення природних гібридів, тому для підвищення якості селекційної роботи доцільно попередньо класифікувати колекційні зразки, розділивши їх на декілька відмінних груп. Зазвичай, для таксономічної діагностики видів рослин застосовують найбільш стійкі відмінні морфологічні ознаки. За результатами візуальної оцінки морфологічних ознак можна чітко виокремити певний вид чи сорт. Проте не завжди відмінності між видами та гібридними формами є чітко вирізненими, а комплекс показників для ідентифікації охоплює різні частини рослин за різних фаз вегетації. Крім того, деякі види рослин характеризуються значною мінливістю показників у межах виду, що ускладнює процес ідентифікації [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливою діагностичною ознакою різних видів верб є форма листка, що варіює від округлої до лінійно-ланцетної і може бути відображена через комплекс кількісних ознак. Значна внутрішньовидова мінливість ознаки ускладнює використання її з метою ідентифікації видів. Тому актуальності набувають дослідження морфологічної мінливості показників за допомогою методів багатомірної статистики, започатковані Н. А. Гашевою [3].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Математичні методи дають можливість за комплексом кількісних параметрів визначити належність зразків до певних груп. В Україні дослідження за комплексом морфологічних параметрів та індексів листка видів і гібридних форм верб не публікувались. Нами проведено подібну роботу по вивченню 21 виду й гібридної форми верб.

Мета досліджень – за допомогою дискримінантного аналізу дослідити взаємозв'язки між представниками роду *Salix* L., ґрунтуючись на відмінностях морфологічних параметрів листків сформувані класифікаційно-діагностичні шкали видів і гібридних форм верб.

Виклад основного матеріалу. 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 верб 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).

Для дослідження використано морфологічні параметри, які найповніше описують форму листка: довжина листкової пластинки (L_l), ширина листкової пластинки (Dm_x), довжина черешка (L_c), розміщення (в см) максимальної ширини від верхівки листка (SDm_xT), розміщення (в см) максимальної ширини від основи листка (SDm_xB), ширина листка на відстані $0,1Dm_x$ від верхівки ($DmnT$), ширина листка на відстані $0,1Dm_x$ від основи ($DmnB$), розміщення (в см) ширини листка, що відповідає довжині черешка, від верхівки ($SLcT$), розміщення (в см) ширини листка, що відповідає довжині черешка, від основи ($SLcB$). Крім того, за співвідношенням абсолютних показників складено такі індекси: L_c/L_l , Dm_x/L_l , SDm_xT/L_l , $SLcT/L_l$, $SLcB/L_l$, $DmnT/L_l$, L_c/Dm_x , SDm_xT/L_c , $SLcT/L_c$, $SLcB/L_c$, $DmnT/L_c$, $DmnT/Dm_x$, $DmnB/Dm_x$, SDm_xB/Dm_x , $DmnT/SDm_xT$, $SLcB/SDm_xT$, $SLcT/SDm_xT$, $DmnT/SLcT$, $SLcB/SLcT$, $DmnT/SLcB$, SDm_xT/Dm_x , SDm_xB/L_l , SDm_xB/L_c , SDm_xB/SDm_xT , $SLcB/SDm_xB$, $DmnT/DmnB$ [4].

Незважаючи на те, що використанню форми листка для діагностики заважає висока її внутрішньовидова мінливість, дискримінантний аналіз дозволяє за незначними кількісними відмінностями, взятими в комплексі, визначити належність об'єкту до певної групи. В процесі дискримінантного аналізу вираховується відстань Махаланобіса між групами, яку в нашому випадку можна використати в якості фенотипової дистанції між видами і гібридними формами верб [5].

Дискримінантний аналіз проводили з використанням пакету Statistica 6.0 окремо за комплексом показників та комплексом індексів. В результаті визначено міжвидові та внутрішньовидові фенотипові дистанції між видами та гібридними формами, виражені квадратом відстані Махаланобіса. Результати представлені у вигляді класифікаційно-діагностичних шкал.

Форма листка досліджених зразків значно різниться: від лінійної до округлої залежно від виду. В табл. 1 наведено перелік досліджених видів і гібридних форм верб, диференційованих за показником співвідношення довжини і ширини листків.

Результати дискримінантного аналізу за комплексом значень показників достатньо надійні: показник лямбда Вілкса 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 × в. пурпурової) × (в. каспійської × в. козячої)] (100%), в. прутувидної (100%), в. прутувидної × в. гостролистої (100%) та в. повзучої (100%), мінімальна – в групі в. каспійської × 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 × в. пурпурової) × (в. каспійської × в. козячої)]; в групі в. пурпурової × в. прутувидної 10% – до в. прутувидної × в. гостролистої, 7% – до в. гостролистої та 5% – до в. білої, форми сріблястої; у групі в. каспійської 5% – до в. пурпурової × в. прутувидної та 5% – в. гостролистої; у групі в. гостролистої 4% – до в. прутувидної × в. гостролистої; у групі в. білої 10% – до в. білої, форми сріблястої; у групі в. білої, місцевої форми 10% – до в. прутувидної × в. гостролистої, 7% – до в. каспійської та 12% – до в. козячої × в. пурпурової; у групі в. уральської 7% – до в. козячої × в. пурпурової; у групі в. білої, форми сріблястої 10% – до в. пурпурової × в. прутувидної, 16% – до в. білої, 11% – до в. повзучої та 10% – до в. кангінської; в групі в. каспійської × в. пурпурової 10% – до в. білої, місцевої форми, 20% – до в. козячої × в. пурпурової, 8% – до в. розмаринолистої та 23% – до в. прутувидної × в. козячої; у групі в. цілолистої × в. гостролистої по 4% – до в. козячої × в. пурпурової та в. розмаринолистої; у групі в. козячої × в. пурпурової 9% – до в. каспійської × в. пурпурової; у групі в. кангінської 25% – до в. білої та 17% – до в. білої, форми сріблястої; у групі в. розмаринолистої 5% – до в. уральської, 17% – до в. козячої × в. пурпурової та 6% – до в. прутувидної × в. козячої; у групі в. прутувидної × в. козячої 12% – до в. каспійської × в. пурпурової і 6% – до в. розмаринолистої. Найбільша фенотипова дистанція ($D^2 = 354,44$) відмічена між в. уральською та в. попелястою. Найменша фенотипова дистанція ($D^2 = 4,86$) – між в. козячою × в. пурпуровою і в. білою, місцевою формою.

Можна стверджувати, що результати дискримінантного аналізу вибірок за комплексом 23 індексів достатньо надійні, оскільки показник точності дискримінації лямбда Вілкса = 0,000000, апроксимація $F(440, 2563) = 22,784$; $p < 0,0000$. З загальної кількості індексів у дискримінації брали участь 13: $SDmxT/Dmx$, $SLчB/Lч$, $DmnB/Dmx$, $SLчB/SDmxT$, $SLчT/Lч$, $DmnT/SDmxT$, $SDmxB/Lч$, $SDmxB/Lч$, $DmnT/Dmx$, $DmnT/$

$Lч$, $DmnT/Lч$, $DmnT/DmnB$, $SDmxT/Lч$. Інші індекси були виключені за комп'ютерного аналізу.

Таблиця 1

**Перелік зразків верби
за особливостями пропорції листків**

№ з/п	Назва виду	$Lч/Dmx$
1.	В. гостролиста	11,94±0,02
2.	В. прутувидна	11,55±0,01
3.	В. прутувидна × В. козяча	10,94±0,15
4.	В. біла, місцева форма	9,78±0,03
5.	В. каспійська × В. пурпурова	9,51±0,01
6.	В. каспійська	9,40±0,01
7.	В. прутувидна × В. гостролиста	9,24±0,02
8.	В. розмаринолиста	8,49±0,04
9.	В. козяча × В. пурпурова	8,28±0,02
10.	В. пурпурова × В. прутувидна	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 × 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. прутувидна × В. пурпурова) × (В. каспійська × В. козяча)]	3,13±0,02
21.	В. повзуча	1,47±0,03

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 × в. пурпурової) × (в. каспійської × в. козячої)], в. прутувидної, в. тритичинкової, місцевої форми, в. попелястої, в. прутувидної × 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 × в. прутувидної 12% – до в. прутувидної × в. гостролистої і 7% – до в. білої; у групі в. каспійської 8% – до в. пурпурової × в. прутувидної; у групі в. гостролистої 10% – до в. прутувидної × 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 × в. пурпурової; у групі в. уральської 10% – до в. каспійської; у групі в. білої, форми сріблястої 5% – до в. пурпурової × в. прутувидної; у групі в. каспійської × в. пурпурової 5% – до в. білої, місцевої форми, 15% – до в. козячої × в. пурпурової та 4% – до в. розмаринолистої; у групі в. цілолистої × в. гостролистої 8% – до в. козячої × в. пурпурової; у групі в. козячої × в. пурпурової 10% – до в. каспійської × в. пурпурової; у групі в. кангінської 60% – до в. білої; у групі в. розмаринолистої 20% – до в. козячої × в. пурпурової; у групі в. прутувидної × в. козячої 8% – до в. каспійської × в. пурпурової та 6% – до в. розмаринолистої. Найбільшу фенотипову дистанцію ($D^2 = 2398,96$) відзначено між в. повзучою і в. прутувидною.

Порівняльна характеристика результатів дискримінантного аналізу а різними комплексами показників

Показник	За показниками	За індексами
Загальний відсоток коректних класифікацій	83,19	88,14
Найвищий груповий відсоток коректних класифікацій	100 [(в. прутувидна × в. пурпурова) × (в. каспійська × в. козяча)], в. прутувидна, в. прутувидна × в. гостролиста, в. повзуча	100 [(в. прутувидна × в. пурпурова) × (в. каспійська × в. козяча)], в. прутувидна, в. тритичинкова, місцева форма, в. попеляста, в. прутувидна × в. гостролиста, в. повзуча
Найнижчий груповий відсоток коректних класифікацій	39 в. каспійська × 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 × в. пурпурова – в. біла, місцева форма	7,72 в. козяча × в. пурпурова – в. біла, місцева форма

товидною, найменшу ($D^2 = 7,72$) – між в. козячою × в. пурпуровою і в. білою, місцевою формою.

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 × 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 за тотожні за показниками. А внутрішньовидові фенотипові дистанції в 2–3 рази нижчі, ніж міжвидові.

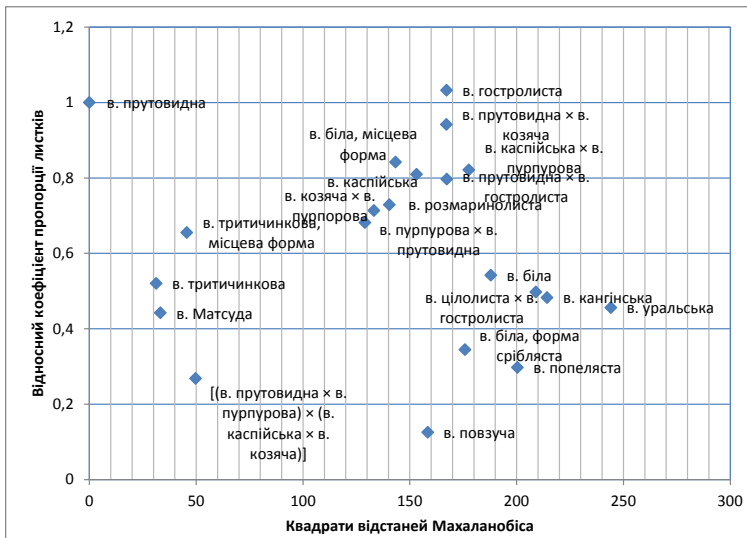


Рис. 1. Класифікаційно-діагностична шкала видів і гібридних форм верб за результатами дискримінантного аналізу комплексу показників листка

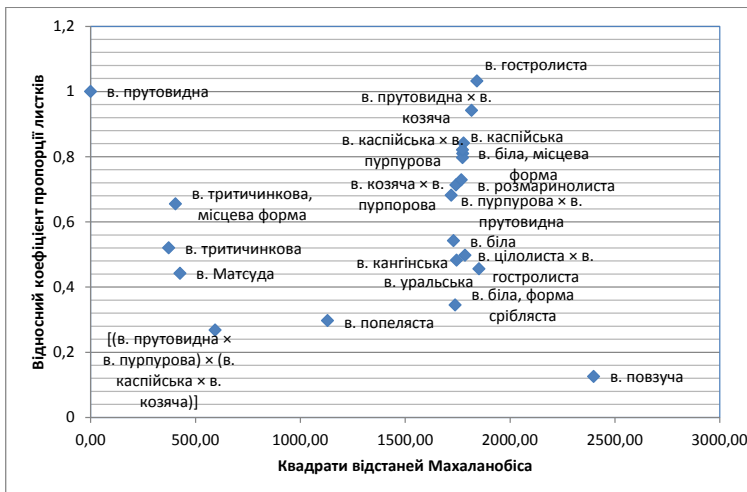


Рис. 2. Класифікаційно-діагностична шкала видів і гібридних форм верб за результатами дискримінантного аналізу комплексу індексів показників листка

Оскільки матриця фенотипових дистанцій між видами й гібридними формами верб є доволі масивною, то 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, зокрема в біоенергетиці). Шкала представлена у вигляді графіка, по осі X відкладено значення фенотипових дистанцій, виражених квадратами відстаней Махаланобіса, по осі Y – відносні показники пропорції листків (відношення значення індексу D_{mx}/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 [6].

Розміщення видів на двох класифікаційно-діагностичних шкалах (рис. 1–2) дещо подібне. На моделі за показниками 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 показників порядку видів майже тотожний, але з менш вираженою диференціацією між видами загалом і між в. каспійською, в. прутувидною × в. гостролистою, в. білою, місцевою формою, в. каспійською × в. пурпуровою, а також між в. пурпуровою × в. прутувидною, в. козячою × в. пурпуровою, в. розмаринолистою та між в. білою, в. уральською, в. цілолистою × в. гостролистою, в. кангінською. Шкала, складена за комплексом індексів, виявилась більш диференційованою за віссю Y, оскільки відмінності між видами в цьому випадку помітніші за значеннями коефіцієнтів пропорції листків.

Висновки і пропозиції. Класифікаційно-діагностичні шкали, побудовані за результатами дискримінантного аналізу за комплексами морфометричних показників листка та їхніх індексів мають схожі й відмінні риси. Можна припустити, що ефективнішою є діагностика верб за комплексом індексів, оскільки для цієї моделі характерні найбільша кількість зразків з коректними класифікаціями та найбільші фенотипові дистанції між видами. Проте, найбільш диференційовану класифікаційно-діагностичну шкалу було складено за комплексом показників листка. Це свідчить про те, що питання оцінки фенотипових дистанцій між видами та гібридними формами верб необхідно ґрунтовно досліджувати й надалі до отримання чітких результатів.

Список літератури:

1. 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. – 2009. – № 9. – С. 77–85.
2. 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.
3. Гашева Н. А. Опыт применения дискриминантного анализа для различия фенотипически сходных видов ив / Н. А. Гашева // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2005. – № 6. – С. 123–130.
4. Гашева Н. А. Межвидовые фенотипические дистанции ив по комплексам морфометрических признаков листа / Н. А. Гашева // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2008. – № 8. – С. 116–123.
5. Дронов С. В. Многомерный статистический анализ / С. В. Дронов. – Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2003. – 213 с.
6. 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.

Балькина В.В.

Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы
Национальной академии аграрных наук Украины

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЖВИДОВЫХ ФЕНОТИПИЧЕСКИХ ДИСТАНЦИЙ ИВ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЯХ ЛИСТА ДЛЯ ВИДОВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Аннотация

В статье обоснована целесообразность использования морфологических параметров листьев ив в качестве диагностических показателей для группирования фенотипически подобных видов с целью дальнейшей их идентификации. Соотнесено результаты дискриминантного анализа видов и гибридных форм ив по комплексу морфологических параметров и индексов листа. Показана возможность создания классификационно-диагностических шкал видов и гибридных форм ив по фенотипическим дистанциям, которые выражены значениями расстояний Махаланобиса. Высокий процент корректных классификаций и наибольшие фенотипические дистанции между видами получены во время диагностики образцов с комплексом индексов. Наиболее дифференцированная классификационно-диагностическая шкала составлена по комплексу показателей листа.

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

Balykina V.V.

The Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet
of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences

THE USAGE OF INTERSPECIFIC PHENOTYPIC DISTANCES OF WILLOWS BY MORPHOMETRIC LEAF PARAMETERS FOR SPECIFIC DIAGNOSTICS

Summary

In the article is proved the usefulness of morphological parameters leaves of willows as diagnostic indicators for grouping phenotypically similar species to further identify them. The results of discriminant analysis types and forms of hybrid willows by the complex morphological parameters and indices are compared. The possibility of creating diagnostic classification scales species and hybrid forms of willows by phenotypic distances, that are expressed Mahalanobis distances, are shown. A higher percentage of correct classifications and major phenotypic distance between species obtained during diagnostic samples set of indices. The most differentiated diagnostic classification scale are compiled by the set of leaf parameters.

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

УДК G31.95:504.33.06

ПРОБЛЕМИ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ТА ШЛЯХ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ

Гринь С.О., Кузнєцов П.В., Стадник В.Ю.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Проаналізовано причини виникнення деградації ґрунтів в Україні. Вказано види деградації земельних ресурсів. Проаналізовано сучасний стан якості ґрунтів на території України. З'ясовано проблеми деградації ґрунтів в Європі. Запропоновано шляхи поліпшення якості ґрунтів.

Ключові слова: деградація, ґрунтовий покрив, землекористування, проблема, якість, природоохоронна діяльність, навколишнє середовище.

Постановка проблеми. Сучасна епоха у багатьох сферах є переламною, про що свідчать природні катаклізми різного характеру, низка бурхливих соціальних протистоянь, руйнування загальнолюдських цінностей, моральний, інтелектуальний та економічний хаоси, глибока криза суспільства, показниками якої є екологічна катастрофа, що наближається, на перший план виходить боротьба за природні ресурси, яких щороку стає менше. Важливими є продовольчі ресурси які повністю залежать від якості ґрунту, яка в свою чергу залежить від умов його використання. Тому головною проблемою на сьогодні є не тільки боротьба за земельні ресурси, але й їх якість, адже з кожним роком родючість зменшується, що призводить до багатьох негативних наслідків, в тому числі й економічного характеру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливості сучасної епохи зумовили появу низки не дуже оптимістичних версій відносно майбутнього. Нині постає питання на рівні вчених, керівників держав, освітян, що людство повинно змінити стратегію свого виживання та зрозуміти тактику своєї поведінки у взаємодії з природою. Розвитком цього усвідомлення та потужного стимулу її перспектив надала Конференція ООН з проблем навколишнього середовища, яка відбулась в червні 1992 року в Ріо-де-Жанейро [1]. Деградація ґрунтів на цій конференції визначена як

найважливіша загроза стійкому розвитку людства. Що стосується України, то питання якості ґрунтового покриття виходить на задній план, на перший план виходять економічні чинники. Земля розкрадається, забруднюється, нераціонально використовується. Нажаль, спроби щось змінити науковцям даної галузі просто ігноруються.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Виділені такі пріоритетні процеси й чинники деградації ґрунтів, як: водна ерозія, дефляція, хімічне перетворення та фізичні процеси, надмірний випас худоби, надмірне використання землі, знищення лісів, аграрна діяльність, опустелювання. Зловживання пестицидами та гербіцидами не тільки забруднює ґрунт та ґрунтові води, але й знижує якість сільськогосподарської продукції, що призводить до погіршення здоров'я населення.

У великих містах та індустріальних центрах також є надмірне антропогенне навантаження на ґрунтовий покрив цих територій. Його спричинили з одного боку надто висока щільність населення і концентрація промислових, комунально-побутових та інших об'єктів(на одиницю земельної площі), а з іншого – те, що розвиток продуктивних сил на зазначених територіях досі здійснюється без всебічного врахування екологічних чинників, критеріїв, обмежень, та вимог ресурсо-екологічної безпеки.