

Безусько Л. Г., Безусько А. Г., Мосякін С. Л., Цимбалюк З. М.

## ПИЛОК *CHENOPODIACEAE* JUSS. У СКЛАДІ СУБФОСИЛЬНИХ СПЕКТРІВ АРАБАТСЬКОЇ СТРІЛКИ (УКРАЇНА)

На прикладі субфосильних спектрів Арабатської стрілки (підзона полиново-злакових степів) наведено результати видової ідентифікації пилку лободових (*Chenopodiaceae*). Вперше визначення викопного пилку лободових було проведено як із застосуванням визначника М. Х. Моносзон, так і нової паліноморфологічної розробки для представників родини *Chenopodiaceae* флори України. Узагальнені дані свідчать про перспективність видової ідентифікації пилку лободових у складі спорово-пилкових спектрів відкладів плейстоцену та голоцену.

### Вступ

Удосконалення методичної основи спорово-пилкового аналізу передбачає широкий спектр спеціальних та комплексних досліджень (палінологічних, геоботанічних, флористичних, паліноморфологічних та ін.). Відомо, що введення в практику палінологічних досліджень відкладів квартеру видових визначень пилку та спор значною мірою підвищує ступінь достовірності палеоботанічних та палеоекологічних реконструкцій. Разом з тим надійне визначення пилкових зерен представників деяких таксономічних груп квіткових рослин й дотепер залишається проблематичним. Використання можливостей ідентифікації викопного пилку представників родини лободових (*Chenopodiaceae*) до рівня виду з використанням визначника М. Х. Моносзон [1] дало змогу розширити наші відомості про природні та антропогенні зміни рослинного покриву України в плейстоцені та голоцені [2; 3]. Результати

палінологічних досліджень поверхневих проб ґрунтів створюють надійні передумови для розробки та обґрунтування різних прийомів інтерпритації палеопалінологічних матеріалів [4].

Метою цієї роботи є аналіз вмісту пилку на кількісному та якісному рівнях представників родини *Chenopodiaceae* у складі субфосильних спектрів Арабатської стрілки (південна частина України: АР Крим та частково Херсонська обл.). Важливо наголосити, що на палеопалінологічному матеріалі з Арабатської стрілки нами вперше було застосовано як визначник М. Х. Моносзон [1], так і нову паліноморфологічну розробку для ідентифікації викопного пилку лободових [5; 6]. Арабатська стрілка, яка має довжину 100 км і є найбільшою з приморських кіс у басейнах Чорного та Азовського морів, належить до Південносиваського геоботанічного району полиново-злакових степів і рослинності солонців, солончаків та піщаних кіс [7]. Субфосильні пилкові

спектри, що віддзеркалюють склад різних фітоценозів (галофільних, галофільно-лучних, псамофітно-степових, степових, порушених субстратів) є репрезентативним матеріалом для цілеспрямованих комплексних палінологічних досліджень із видової ідентифікації викопного пилку лободових.

Слід зазначити, що методи ідентифікації сучасного та субфосильного пилку постійно вдосконалюються. Варта уваги недавня новаторська спроба молекулярної ідентифікації пилку лободових, що була успішно проведена китайськими дослідниками з використанням молекулярних маркерів (ITS послідовності ДНК) 19 видів лободових Сінцзянь-Уйгурського автономного району (північно-західний Китай) [8]. У подальшому перспективною була б незалежна взаємна перевірка надійності визначення пилку *Chenopodiaceae* за паліноморфологічними та молекулярними критеріями, причому в перспективі ці методи можуть виявитися корисними та ефективними при ідентифікації сучасного та викопного пилку представників інших родин, точність тра-

диційного визначення пилку яких є незадовільною.

### Матеріали та методи

Об'єктом вивчення був викопний пилко представників родини лободових, а основним методом досліджень - спорово-пилковий аналіз [9]. Матеріали для ідентифікації викопного пилку лободових були представлені 17 субфосильними спорово-пилковими спектрами ґрунтів Арабатської стрілки. Поверхневі проби ґрунтів відбиралися у різноманітних фітоценозах, які досить повно відображають спектр рослинних угруповань досліджуваної території. Із використанням методичних прийомів, спрямованих на підвищення рівня інтерпретації палеопалінологічних даних та розроблених на прикладі степової зони України [10], для усіх 17 субфосильних спорово-пилкових спектрів визначалися домінантні комплекси пилку трав'янистих рослин. Узагальнені дані представлені в таблиці 1.

Як зазначалося вище, при визначенні викопного пилку представників родини лободових у

Таблиця 1. Список рослинних асоціацій Арабатської стрілки, де були відібрані зразки поверхневих проб ґрунтів для спорово-пилкових досліджень

№	Назва асоціації	Назва домінантного комплексу пилку трав'янистих рослин
1.	<i>Festucetum valesiacaе purum</i>	лободові+різнотрав'я+злакові
2.	<i>Festucetum (valesiacaе) thymosum (dimorphi)</i>	різнотрав'я+лободові+злакові
3.	<i>Festucetum (valesiacaе) thymosum (dimorphi)</i>	лободові+різнотрав'я+злакові
4.	<i>Agropyretum (pectinatae) thymosum (dimorphi)</i>	різнотрав'я+лободові+злакові
5.	<i>Agropyretum (pectinatae) thymosum (dimorphi)</i>	різнотрав'я+лободові+злакові
6.	<i>Festucetum (valesiacaе) stiposum (lessingianaе)</i>	різнотрав'я+лободові
7.	<i>Ephedretum (distaehyae) festuosum (valesiacaе)</i>	різнотрав'я+ефедра
8.	<i>Agropyretum (eimmericae) astragalosum (borysthenicae)</i>	лободові+різнотрав'я+полині+злакові
9.	<i>Agropyretum (eimmericae) ephedrosum (distaehyae)</i>	різнотрав'я+лободові
10.	<i>Halocnematum strobilacei purum</i>	лободові
11.	<i>Puccineliatum distant is purum</i>	лободові
12.	<i>Salicornietum (europaeaе) limoniosum (caspii)</i>	лободові+різнотрав'я
13.	<i>Limonietum caspii purum</i>	лободові
14.	<i>Limonietum (meyeri) salicorniosum (europaeaе)</i>	лободові
15.	<i>Carice turn dilutaе purum</i>	різнотрав'я+лободові+осокові+злакові
16.	<i>Secalietum sylvestris purum</i>	лободові+різнотрав'я+злакові
17.	<i>Secalietum sylvestris purum</i>	полині+лободові+різнотрав'я+злакові

складі 17 субфосильних спектрів з Арабатської стрілки використовувався, як визначник М. Х. Монозон [1] так і результати паліноморфологічних досліджень лободових флори України [5; 6].

### Результати та обговорення

Перші спорово-пилкові дослідження поверхневих проб ґрунтів Арабатської стрілки були проведені на початку 1970-х років [11]. Зазначимо, що зразки ґрунту відбиралися лише на пробних ділянках з галофільною рослинністю, а загальний склад викопних палінофлор не перебільшував 30 таксонів (переважно родинного та родового рівнів). У 1980-1990-ті роки минулого століття були проведені комплексні палінологічні та геоботанічні дослідження на території степової зони України [12-15 та ін.]. Загальний склад викопних палінофлор налічував уже більше 200 таксонів, серед яких близько половини було ідентифіковано до видового рівня. Для палінологічного вивчення безпосередньо на Арабатській стрілці відбиралися поверхневі проби ґрунтів на пробних ділянках з різним типом рослинності. За результатами комплексних геоботанічних та палінологічних досліджень було зроблено висновки про закономірності відображення складу родин сучасної рослинності Арабатської стрілки у викопних спорово-пилкових спектрах [14].

Таким чином, на першому етапі палінологічні дослідження субфосильних проб, що проводилися на території Арабатської стрілки, передбачали ідентифікацію викопного пилку лободових переважно на родинному рівні (кількісна оцінка). На основі отриманих даних було зроблено узагальнюючий висновок про те, що високий вміст пилку лободових (63,0 %—93,0 %) свідчить про поширення значних площ засоленних ґрунтів з галофільною рослинністю [14]. На другому етапі цих досліджень ми використали визначник М. Х. Монозон [1] і приділили особливу увагу видовій ідентифікації викопного пилку представників родини лободових. Слід наголосити, що видова ідентифікація пилку проводилася тільки для добре збережених у викопному стані пилкових зерен лободових. Отримані дані свідчать, що до складу 17 субфосильних спорово-пилкових спектрів з території Арабатської стрілки входило 29 видів лободових (*Atriplex* cf. *cana* С. А. Мей., *A. oblongifolia* Waldst. & Kit., *A. prostrata* Boucher ex DC, *A. sagittata* Borkh. (*A. nitens* Schkuhr), *A. tatarica* L., *Camphorosma monspeliaca* L., *Chenopodium album* L., *C. chenopodioides* (L.) Aellen, *C. foliosum* Asch., *C. glaucum* L., *C. polyspernum* L., *Corispermum*

*pifolium* L. s.l., *Bassia hirsuta* (L.) Asch., *B. hysso-pofolia* (Pall.) Kuntze, *B. sedoides* (Pall.) Asch., *Beta vulgaris* L., *Halimione verrusifera* (M. Bieb.) Aellen, *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb., *Kochia laniflora* (S. G. Gmel.) Borbäs, *K. prostrata* (L.) Schrad., *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst., *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge, *P. oppositifolia* (Pall.) Litv., *Polycnemum arvense* L., *Salicorniaprostrata* Pall., *Salsola soda* L., *S. tragus* L., *Suaeda acuminata* (С.А. Мей.) Моq. та *S. prostrata* Pall.). Слід зацентувати, що близько 70 % від видового складу лободових у субфосильних спектрах Арабатської стрілки належать до екологічних груп галофітів та ксерогалофітів. Значною мірою видовий склад лободових віддзеркалює поширення на досліджуваній території рослинних угруповань порушених ґрунтів.

З метою застосування нового визначника [5; 6] у практиці спорово-пилкового аналізу нами на прикладі субфосильного пилкового спектру (асоціація *Halocnemum strobilaceipurum*, див. таблицю 1) було проведено ідентифікацію викопного пилку лободових. Зазначимо, що у складі субфосильного спорово-пилкового переважає пилок трав + кущиків + напівкущиків (97,8 %). Переважає пилок представників *Chenopodiaceae* (79,3 %) з участю *Poaceae* (6,8 %), різнотрав'я (*Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Plantaginaceae*, *Apiaceae*, *Euphorbiaceae*, *Ranunculaceae*, *Polygonaceae*, *Liliaceae* та ін.) - 4,9 %, *Artemisia* sp. (3,1 %), *Asteraceae* (у тому числі представників підродини *Cichorioideae*, але за виключенням *Artemisia* sp.) - 2,3 %, *Cyperaceae* (1,1 %) та водних рослин (*Potamogetonaceae*) - 0,3 %. У складі пилку *Chenopodiaceae* було ідентифіковано пилкові зерна *Chenopodium chenopodioides*, *Bassia hirsuta*, *Halocnemum strobilaceum*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Petrosimonia brachiata* та *Salsola soda* L. Вміст пилку деревних порід (*Pinus* sp., *Elaeagnus* sp., *Sambucus* sp., *Juglans* sp.) становить 2,2 % по відношенню до загальної суми пилку. У складі спектра було також ідентифіковано поодинокі спору *Bryales*. Застосування базових ознак якісного рівня [5, 6] дало нам можливість у складі вказаного субфосильного пилкового спектра ідентифікувати викопний пилок лободових до видового (*Salsola tragus*, *Petrosimonia brachiata/oppositifolia*; *Halocnemum strobilaceum*, *Chenopodium chenopodioides*, *Krascheninnikovia ceratoides*) та родового (*Camphorosma* sp.) рівнів (рисунк).

Ми провели порівняльний аналіз результатів визначення викопного пилку представників родини лободових у складі субфосильного спектру

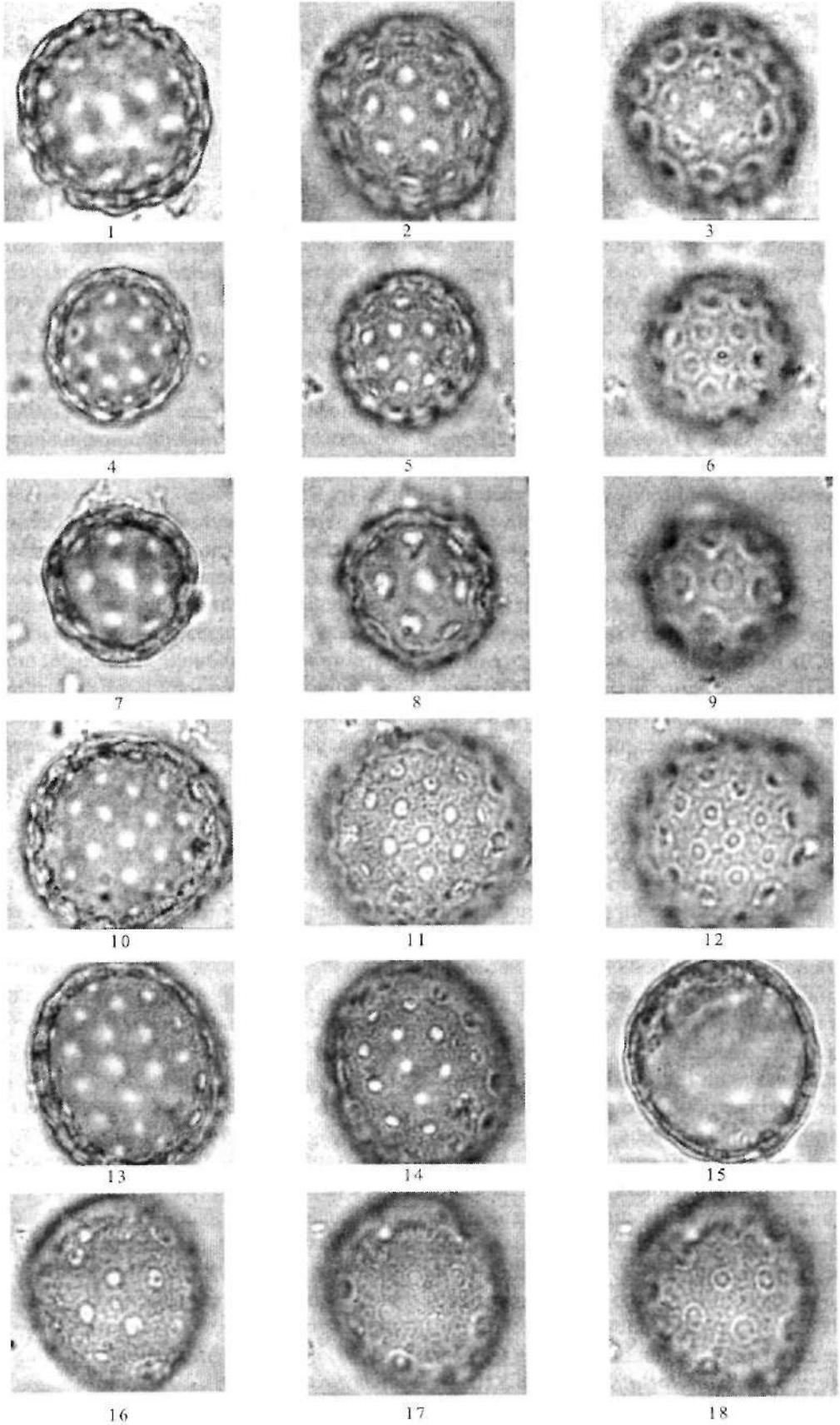


Рис. Виконні пілкові зерна *Chenopodiaceae*: 1-3 - *Sahola tragus*; 4-6 - *Petrosimonia brachiata/oppositifolia*; 7-9 - *Halocnemum strobilaceum*; 10-12 - *Camphorosma* sp.; 13; 14 - *Chenopodium chenopodioides*; 15-18 - *Krascheninnikovia ceratoides*; 1; 4; 7; 10; 15 - форма та обрис; 2; 5; 8; 11; 14; 16; 17 - скульптура екзини; 3; 6; 9; 12; 18 - текстура екзини та облямівка пор.

Арабатської стрілки (асоціація *Halocnemum strobilacei purum*), отриманих з використанням двох визначників {таблиця 2}.

У своїй більшості дані, отримані за допомогою двох різних визначників, збігаються, що є підтвердженням правомірності спроб видового визначення пилку лободових, однак на даному етапі - лише для добре вивчених у палиноморфологічному відношенні груп, добре збережених пилкових зерен, та для регіонів, для яких імовірний видовий склад лободових є надійно встановленим. Деякі незначні відмінності між визначеннями за двома визначниками в одному й тому ж зразку слід пояснити.

Наявність пилку *Camphorosma* sp. у визначеннях З. М. Цимбалюк (ідентифіковано одне пилкове зерно) та відсутність у визначенні за М. Х. Монозон може пояснюватися стохастичним траплянням пилку цієї групи у взятому зразку, з огляду на незначну участь видів *Camphorosma* у таких ценозах. Таке ж пояснення можливе і для відсутності пилку *Bassia* у визначеннях З. М. Цимбалюк. За її ж визначеннями, пил-

кові зерна *Petrosimonia brachiata* та *P. oppositifolia* надійно не розрізняються, але у визначенні за М. Х. Монозон наводиться *Petrosimonia brachiata*. З огляду на екологічну та таксономічну подібність згаданих видів, ці висновки є коректними.

Наявність пилку *Salsola tragus* у визначеннях З. М. Цимбалюк добре пояснюється масовим поширенням цього виду на зазначеній території та великою кількістю продукованого ним пилку. *Salsola soda* ідентифікована за поодинокими пилковими зернами, а участь цього виду у рослинних угрупованнях є зазвичай нижчою за участь *S. tragus*, хоча для асоціації *Halocnemum strobilacei purum* обидва види не є масовими. Тому у цьому разі ми, очевидно, маємо справу із занесенням пилку з безпосередньо прилеглих площ, зайнятих іншими асоціаціями.

Таким чином, дані, незалежно отримані за двома ідентифікаційними таблицями («сліпий тест»), підтвердили можливість використання нового визначника у палинології відкладів плейстоцену та голоцену України.

Таблиця 2. Результати видової ідентифікації пилкових зерен лободових у складі субфосильного пилкового спектра Арабатської стрілки (асоціація *Halocnemum strobilacei purum*)

№	Назва таксону	М. Х. Монозон [1]	З. М. Цимбалюк [5; 6]
1.	<i>Camphorosma</i> sp.	-	<b>X</b>
2.	<i>Chenopodium chenopodioides</i>	X	<b>x</b>
3.	<i>Bassia hirsuta</i>	X	-
4.	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	<b>x</b>	<b>x</b>
5.	<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	<b>x</b>	<b>x</b>
6.	<i>Petrosimonia brachiata</i>	<b>x</b>	-
7.	<i>Petrosimonia brachiata/oppositifolia</i>	-	<b>x</b>
8.	<i>Salsola tragus</i>	-	<b>x</b>
9.	<i>Salsola soda</i>	<b>x</b>	-

## Висновки

1. Вперше встановлено склад колективної палинофлори лободових для субфосильних проб Арабатської стрілки, що нараховує 29 видів. Отримані дані відображають як поширення галофільної, галофільно-степової, псамофітно-степової та степової рослинності, так і рослинних угруповань порушених (природним та антропогенним шляхом) ґрунтів.

2. Аналіз видового складу флори лободових із субфосильних спектрів Арабатської стрілки свідчить про переважання пилкових зерен представників екологічних груп галофітів та ксеро-

галофітів, що відповідає особливостям рослинності цієї території.

3. Вперше на палеопалинологічному матеріалі з Арабатської стрілки (асоціація *Halocnemum strobilacei purum*) було застосовано як визначник М. Х. Монозон [1], так і новий визначник для ідентифікації викопного пилку лободових [5; 6]. Результати порівняльного аналізу отриманих даних свідчать, що вони досить добре узгоджуються між собою.

4. На конкретному прикладі доведено перспективність подальшого використання в практиці спорово-пилкового аналізу нового визначника

для ідентифікації викопного пилку лободових (квартер), в якому якісні паліноморфологічні ознаки є базовими і вперше в повному обсязі

підтверджені на рівнях як світлової, так і сканувальної електронної мікроскопії.

1. *Монозон М. Х.* Определитель пыльцы видов семейства маревых (пособие по спорово-пыльцевому анализу).- М.: Наука, 1973.-96 с.
2. *Безусько Л. Г., Мосякін С. Л., Цимбалюк З. М.* Пилок родини *Chenopodiaceae* Vent.- індикатор природних та антропогенних змін рослинного покриву України в голоцені // *Наук. зап. Нац. ун-ту Києво-Могилянська академія. Природничі науки.*- 2003.- Т. 22.- С. 392-395.
3. *Безусько Л. Г., Мосякін С. Л., Цимбалюк З. М.* Пилок *Chenopodiaceae* Vent, як індикатор змін природних умов на території України в плейстоцені // *Укр. ботан. журн.*- 2006.- Т. 63, № 5 - С. 645-653.
4. *Безусько Л. Г., Безусько А. Г., Мосякін С. Л.* Сучасний стан палінологічної вивченості поверхневих шарів ґрунтів степової зони України // *Степові і галофільні екосистеми України. 36. наукових праць, присвячених 100-річчю з дня народження д. б. н., проф. Г. І. Білика / Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАНУ.- Деп. в ДНТБ України.- Київ, 2004.- С 398-414.*
5. *Цимбалюк З. М.* Паліноморфологія представників родини *Chenopodiaceae* Vent, (для цілей систематики й спорово-пилкового аналізу): Дис. ... канд. біол. наук.- К., 2005.- 320 с
6. *Цимбалюк З. М., Мосякін С. Л., Безусько Л. Г.* Нові підходи у розробці визначника пилку лободових для цілей пилкового аналізу (таксоми флори України) // *Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія.*- 2005.- Т. 43.- С. 19-25.
7. *Геоботанічне районування Української РСР*- К.: Наукова думка, 1977.- 302 с
8. *Zhou Ling-Juan, P ei Ke-Quan, Zhou Bo, Ma Ke-Ping.* A molecular approach to species identification of *Chenopodiaceae* pollen grains in surface soil // *Amer. J. Bot.*- 2007.- Vol. 94(3).- P. 477-481.
9. Палеопалинология. Методика палеопалинологических исследований и морфология некоторых ископаемых спор, пыльцы и других ископаемых микрофоссилий / Под ред. И. М. Покровской.- Л.: Недра, 1966.- Т. 1.- 351 с.
10. *Безусько Л. Г., Безусько А. Г.* Основні домінуючі комплекси пилкових спектрів поверхневих проб ґрунтів степової зони України // *Наук. зап. Нац. ун-ту Києво-Могилянська академія. Біологія та екологія.*- 1999.- Т. 10.- С 10-15.
11. *Зубець Р. Я.* Спорово-пилкові дослідження поверхневих шарів ґрунту степової частини України // *Укр. ботан. журн.*- 1971.-Т. 28.-№ 2.- С 192-198.
12. *Безусько Л. Г., Костильов О. В.* Палінологічна характеристика поверхневих шарів ґрунту степів північно-західного Причорномор'я // *Укр. ботан. журн.*- 1988.- Т. 45.- № 4.- С 88-92.
13. *Безусько Л. Г., Костильов О. В.* Спорово-пилковий склад поверхневих проб ґрунтів заповідника «Асканія-Нова» // *Укр. ботан. журн.*- 1992.- Т. 49.- № 4.- С.47-51.
14. *Безусько Л. Г., Костильов О. В., Попович С. Ю.* Відображення складу родин сучасної рослинності Арабатської стрілки у спорово-пилкових спектрах // *Укр. ботан. журн.*- 1992.- Т. 49.- № 5.- С 60-67.
15. *Безусько Л. Г., Костильов О. В., Попович С. Ю.* Фітоценотична інтерпретація палінологічних даних на прикладі Чорноморського біосферного заповідника // *Укр. ботан. журн.*- 1997.- Т. 54.- № ]\_ с. 80-86.

*L. Bezusko, A. Bezusko, S. Mosyakin, Z. Tsybalyuk*

## POLLEN OF *CHENOPODIACEAE* JUSS. IN SUBFOSSIL SPECTRA OF THE ARABATSKA STRELKA (SPIT) (UKRAINE)

*On the example of subfossil spectra of the Arabatska Strelka sand spit (subzone of Artemisia-grass steppes, southern Ukraine), results of species-level identifications of Chenopodiaceae pollen are provided. For the first time identifications of fossil pollen of Chenopodiaceae were performed in parallel using the identification tables of M. H. Monoszon and the new palynomorphological identification tables developed for Chenopodiaceae of the flora of Ukraine. The generalized data demonstrate the good prospects of species-level identification of chenopod pollen in spore-pollen spectra of the Pleistocene and Holocene deposits.*