



MorphoXL, версія 2.0.0

Інструкція користувача

Зміст

1. Загальні положення	2
2. Приготування проби крилець	5
3. Отримання зображень крилець	4
4. Оцифровування зображень крилець	7
5. Обробка результатів оцифровування у програмі «MorphoXL»	15
6. Аналіз результатів	20
7. Модуль геометричної морфометрії	22
8. Дослідження популяції, визначення породних діапазонів	23
9. Ліцензія	24

1. Загальні положення

1.1. Програма призначена для визначення селекційної придатності маток-засновниць у сім'ях медоносних бджіл, при допомозі аналізу морфометричних індексів крил у відібраних проб робочих бджіл та трутнів (кубітальний індекс, гантельний індекс, кутове дискоїдальне зміщення та ряд додаткових індексів), а також визначення породної приналежності досліджуваної колонії методом геометричної морфометрії.

1.2. Область застосування: селекція медоносних бджіл.

1.3. Функціональні можливості: програма виконує розрахунок морфометричних індексів по кожному з досліджуваних бджолиних крил (до 100 шт. у пробі), після чого здійснює їх статистичну обробку з визначенням математичного сподівання, стандартних відхилень, коефіцієнтів варіації, помилок репрезентативності, довірчих інтервалів. Шляхом співставлення довірчих інтервалів з еталонними породними діапазонами, розраховується процент відповідності породі (наперед заданій, чи одній з переліку порід у класифікаторі, в залежності від обраного режиму дослідження) з наданням рекомендацій щодо можливого використання досліджуваної бджолиної сім'ї, у плані селекційної придатності.

Також програма має вбудований модуль геометричної морфометрії, що дозволяє досить достовірно визначати приналежність досліджуваної колонії до одного із підвидів медоносних бджіл, котрі представлені у відповідних класифікаторах. Самі ж класифікатори є повністю сумісні з класифікаторами рекомендованої у [COLOSS](#) програми [IdentiFly](#), що дозволяє використовувати у програмі **MorphoXL** спеціалізовані класифікатори іншого розробника.

1.4. Виконуваним файлом програми є книга Microsoft Excel під назвою «MorphoXL.xls». Програма **MorphoXL** розроблялася в середовищі Microsoft Excel-2003, з використанням автоматизації при допомозі VBA 6.5 (Microsoft Visual Basic for Applications), та бібліотеки часу виконання **rtIMXL.dll**, створеної у середовищі VB6 ((Microsoft Visual Basic). Для роботи у 64-розрядній версіїх **Office**, програма додатково використовує сервер автоматизації **COM32on64.exe**. Програма нормально функціонує в середовищі EXCEL усіх наступних випусків «офісних пакетів програм», включно з **Office-2016** – як в 32-розрядній, так і у 64-розрядній версіях.

1.5. Для коректної роботи програми, в середовищі Excel має бути обраний **середній рівень безпеки** (Рис. 1а, 1б), а при відкритті програми, на попередження системи безпеки, натиснути кнопку «**Не вимикати макроси**» у діалоговому вікні Excel 2003, або «**Увімкнути вміст**» у новіших версіях Excel.

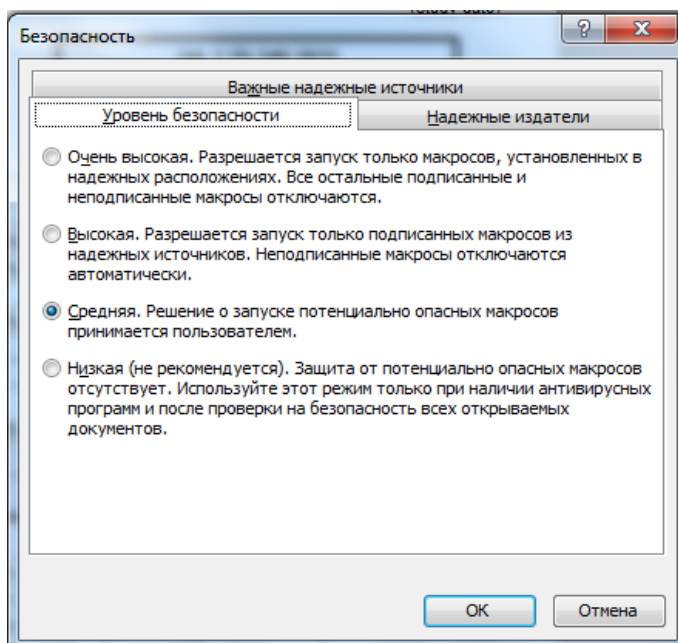


Рисунок 1а – Налаштування системи безпеки в Excel 2003

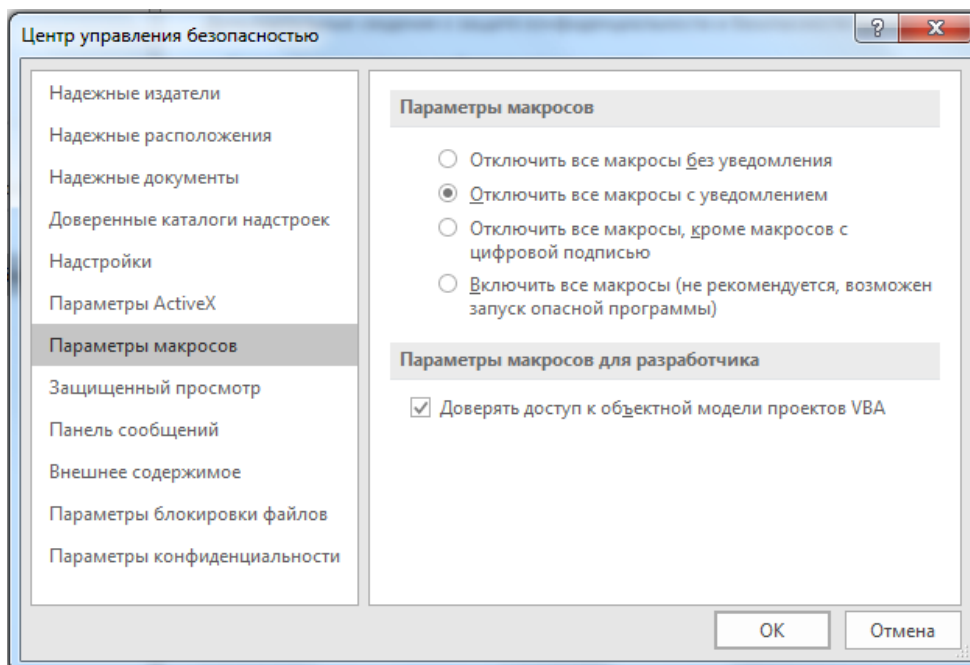


Рисунок 1б – Налаштування системи безпеки у новіших версіях Excel

1.6. В якості вихідних даних слугують результати оцифровування крилець бджіл, або трутнів - файли з координатами 8-ми, 12-ти, чи 19-ти точок, по кожному правому (або кожному лівому) передньому крилу бджіл, сформовані в універсальній морфометричній програмі загального призначення **TpsDig**, чи будь якій іншій програмі, котра генерує файли «*.TPS» аналогічного формату. Також нами розроблена програма аналогічного призначення під назвою **WingsDig**, котра спеціалізована суто для морфометрії бджіл і орієнтована на отримання зображень крилець бджіл при допомозі USB – мікроскопа. Програма **WingsDig** має власну, досить детальну інструкцію з використання, тому надалі тут йтиметься здебільшого про роботу у програмі **TpsDig**.

1.7. Файли «TPS» із 8-точковими вимірами є найменш інформативними і дозволяють обрахувати лише три основні морфометричні індекси : **кубітальний індекс**, **гантельний індекс** і **кутове дискоїдальне зміщення**. Файли «TPS» від 12 точок на крило дозволяють обрахувати і ряд додаткових морфометричних індексів. Це загальновідомий **прекубітальний індекс** і маловідомі, але досить корисні **індекс Майєра**, **індекс Ізмайлова**, та **індекс Кузьмича**, котрі дозволяють додатково оцінити степінь метизації дослідного зразка, що не завжди можна помітити за результатом аналізу основних індексів. Щодо додаткових і маловідомих морфометричних індексів слід зазначити, що вони були напрацьовані як представниками неофіційної вітчизняної морфометричної школи, так і зарубіжної (індекс Майєра, Казахстан). І врешті файли «TPS» із 19-точковими вимірами дозволяють обрахувати і основні, і додаткові індекси, а також дозволяють досить достовірно оцінити приналежність дослідного зразка до одного із підвидів медоносних бджіл, при допомозі геометричної морфометрії. При цьому, точки на крилі можуть бути розставлені як у стилі програми *IdentiFly*, так і у стилі *DAWINO* (програма *BeeMorph*, Чехія).

1.8. При роботі у програмі **tpsDig2**, в якості розділювача цілої та дробової частин числа використовуйте символ «кома» (задається в меню «Опції > Десятковий символ»). Ця рекомендація відповідає налаштуванням комп'ютерних регіональних стандартів для регіону Україна. На комп'ютері їх можна змінювати шляхом «Панель управління \ Мова і регіональні стандарти \ Регіональні параметри \ Налаштування \ Розділювач цілої і дробової» . При позиціонуванні точок на крилі, використовуйте оптимальний масштаб зображення, котрий забезпечує достатньо високу достовірність вимірювань.

1.9. При отриманні зображень крил з допомогою сканера, рекомендується задавати максимально можливу роздільну здатність зображень, але не менше 2400 dpi.

1.10. При роботі з USB-мікроскопом, як правило, отримання зображень виконується у спеціалізованих програмах, котрі надаються з приладом. У налаштуваннях цих програм рекомендується задавати розмір кадра 1600x1200, що відповідає роздільній здатності зображення приблизно у 6000 dpi. Якщо цього не зробити, то отримані зображення будуть з надто низькою роздільною здатністю і мало придатні для подальшої роботи. На відміну від таких програм, програма **WingsDig** має власний модуль роботи з USB-мікроскопом, де розмір кадра 1600x1200 є налаштуванням за замовчуванням.

1.11. Отримати останню версію безкоштовної англomовної програми **TpsDig2** можна за наступним посиланням: <https://www.sbmorphometrics.org/soft-utility.html>.

1.12. При необхідності, всі сторінки програми MorphoXL (листи книги Excel) можуть бути роздруковані, чи збережені у файл стандартними засобами (Файл\Друкувати...). У діалоговому вікні «Друкування», в якості імені принтера обирається з переліку або реальний принтер, або програма, котра реалізує вивід інформації у файл (віртуальний принтер). Наприклад, «Microsoft Office Document Image Writer», «Adobe Acrobat Writer», або «PDFCreator». Також у програмі MorphoXL є відповідна команда меню, котра реалізує збереження звіту у форматі «PDF» стандартними засобами Microsoft Office, або віртуального принтера «PDFCreator», якщо він встановлений у системі. При цьому програма автоматично формує зміст та актуальне інформативне наповнення звіту.

2. Приготування проби крилець

2.1. Бджілки для дослідження можуть бути взяті з підмору (не рекомендується), або весною, восени і влітку - з гнізда. В останньому випадку точність дослідження значно зростає, бо виключається фактор можливого блукання бджіл. Якщо з підмором все більш-менш зрозуміло - вигріб з вічка і готове, то щодо відбору проб з гнізда є певні рекомендації:

- відбирати молодих бджіл прямо з розплідного стільника. Оптимальним для дослідження вважається вік бджіл біля 5 діб;
- за іншими рекомендаціями, на ділянку розплоду на виході одягається великий маточний ковпачок-ізолятор і через п'ять - шість днів всіх бджіл з рамки знімають. Рамка з бджолами в ізоляторі поміщається на 20 хвилин в морозильну камеру для їх умертвіння. У такий спосіб виключається момент попадання чужорідного матеріалу в пробу, а також заминання крил.

2.2. Для приблизної оцінки сім'ї на першому році життя матки (попередня оцінка), як правило, потрібно 30 робочих бджіл у пробі. Точна оцінка сім'ї за ознаками (повне дослідження) вимагає забору не менше 50 бджіл, в особливих випадках і 100 бджіл. Для оцінки батьківської сім'ї достатньо дослідження 50 трупів. Підготовка здійснюється в наступному порядку:

- якщо бджоли взяті з підмору, їх потрібно промити в теплій воді, щоб вони очистилися від воскових крихт і не були липкими, після чого просушити;
- крило відривається (відстригається ножицями) і акуратно викладається на скотч верхньою стороною крила до скотчу, передньою кромкою крила до себе, (див. **Рисунок 1**), після чого притискається до нього кількома розгладжуючими рухами нігтя (зубочистки) від основи крила;
- після наклеювання на скотч всіх крил (клеїмо в кілька рядків, див. **Рисунок 1**) , на аркуші чистого паперу надписується номер сім'ї, скотч з крилами перевертається і приклеюється до аркушу паперу (варіант для сканера). У випадку роботи з USB-мікроскопом, скотч з крилами накриваємо іншою смужкою прозорого скотчу. Написи виконуємо фломастером;
- якщо випадково утворилися бульбашки повітря, то акуратно виганяємо їх у холосту зону і проколовши голкою розгладжуємо пальцем;
- підготована для подальшої роботи проба показана на **Рисунку 2**.



Рисунок 2 – Підготована для сканування проба крил

2.3. Замість наклеювання крил на скотч можна розкласти їх на прозорий пластик з подальшою фіксацією зверху скотчем (Бельгійська школа). При цьому один кінець скотчу попередньо фіксується до пластику, а після розкладання крилець натягується і поступово, витісняючи повітря, приклеюється до пластику. Інший варіант – крильця наклеюються на скотч, після чого останній притискається до листа пластику (Німецька школа). Перевагою наклейки на пластик (органічне скло) є його ідеально рівна і гладка поверхня.

2.4. Можливе використання двох предметних шкелець: на одне з них розкладаються крильця, іншим вони накриваються. Щоб уникнути втрати крил (потік повітря!), використовується гліцерин, який, однак, може вплинути на ясність мікроскопічної картини. Тому змочується не вся поверхня предметного шкла, а гліцерин наноситься смугами при

допомозі пензлика. Потім на ці смуги гліцерину викладаються крила. Так отримують достатньо ясну мікроскопічну картину з дуже точними вимірюваними величинами. Рутнер радить класти відрізані крила в ємність зі спиртом, у котрий додано трохи цукру. Потім вийняті крила кладуть рівним рядом на предметне скло. Завдяки додаванню цукру, після випаровування спирту вони добре прилипають до скляної пластинки.

2.5. Процес підготовки матеріалу є найбільш відповідальним, тому використовуйте той метод, при якому у Вас досягається найвища якість.

3. Отримання зображень крилець

3.1. При використанні сканера, його потрібно налаштувати таким чином, щоб отримати зображення з роздільною здатністю в межах 3200 – 4800 dpi. При менших значеннях достовірність результатів значно зменшується. На сканер проба крил укладається обов'язково уздовж довшої сторони поля сканера - щоб при скануванні промені перетинали прожилки крила - таким чином зображення виходить більш чіткими. Після перегляду, зображення повертається в горизонтальне положення засобами графічного редактора і зберігається в відповідну папку.

3.2. Зображення крил рекомендується переглянути у графічному редакторі, на предмет вибраковування підім'ятих крил, чи інших дефектів. Оскільки їх обробка може видати некоректні результати, що вплине на загальні результати оцінки сім'ї, їх краще вилучити з подальшої обробки, помітивши у будь-яким спосіб. Наприклад, закреслити навхрест у редакторі червоним кольором.

3.3. На даний час, дуже прогресивним методом отримання зображень крилець є використання USB-мікроскопа. Пропонуються вони у різному виконанні і широкому ціновому діапазоні, починаючи від 13\$ США (див. **Рисунок 3**). Кожен кадр (крило) у подальшому оцифровується у програмі **TpsDig2** (або **WingsDig**) на окремо, а результати зберігаються у спільний файл з розширенням «TPS».



Рисунок 3 – Цифровий USB-мікроскоп

Примітка. Програма **WingsDig** має власний модуль для роботи з подібним обладнанням, тому не потребує стороннього програмного забезпечення, котре надається з мікроскопом.

4. Оцифровування зображень крилець

4.1. Для оцифровування зображень крилець, тобто розставляння точок на крилі та отримання їхніх координат, рекомендується використовувати програму **TpsDig2** (або **WingsDig**). Вигляд іконки програми **TpsDig2** на робочому столі комп'ютера показаний на рисунку 4.



Рисунок 4 – Іконка для запуску програми TpsDig2

Вікно частково українізованої програми **TpsDig2** показано на рисунку 5.

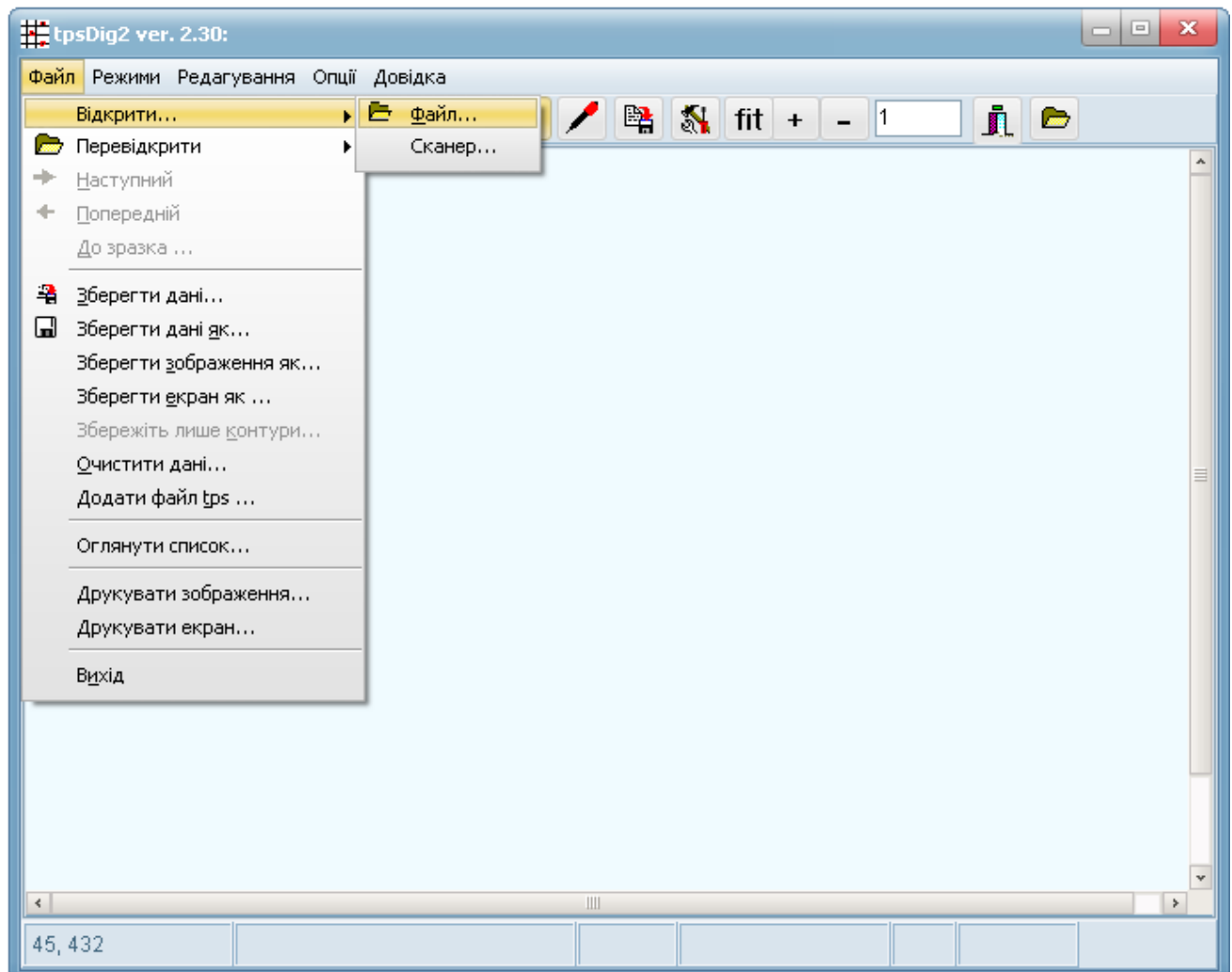



Рисунок 5 – Загальний вигляд програми TpsDig2

Для початку роботи запускаємо **tpsDig2** і завантажуюємо файл з фотографіями крилець, як показано на **малюнку 7**. У наступному діалоговому вікні відкриття файла необхідно вказати тип зображення (розширення), або обрати опцію «**All graphics**», та відшукати потрібний файл зображення у файловій системі комп'ютера. Після успішного завантаження необхідно обрати режим оцифровування (кнопка з прицілом ) , як показано на **рисунку 6**.

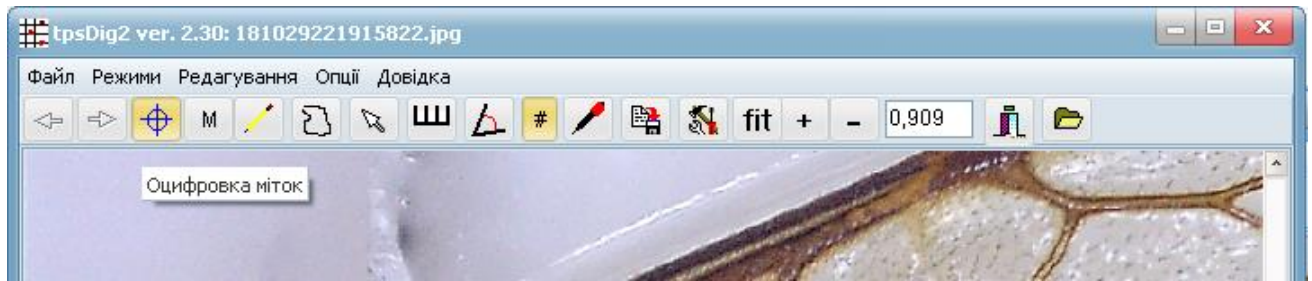


Рисунок 6 – Вибір режиму розставляння точок

4.2. Порядок і розташування точок для 8-точкової морфометрії

Точки ставимо в строго визначеній послідовності, в місцях перетину осей жилок, по 8 точок на кожне крило. Точки 1 і 2 ставимо дещо по іншому – на внутрішніх поверхнях овальних жилок, на максимальній віддаленості одна від одної. Послідовність точок вказана нижче:

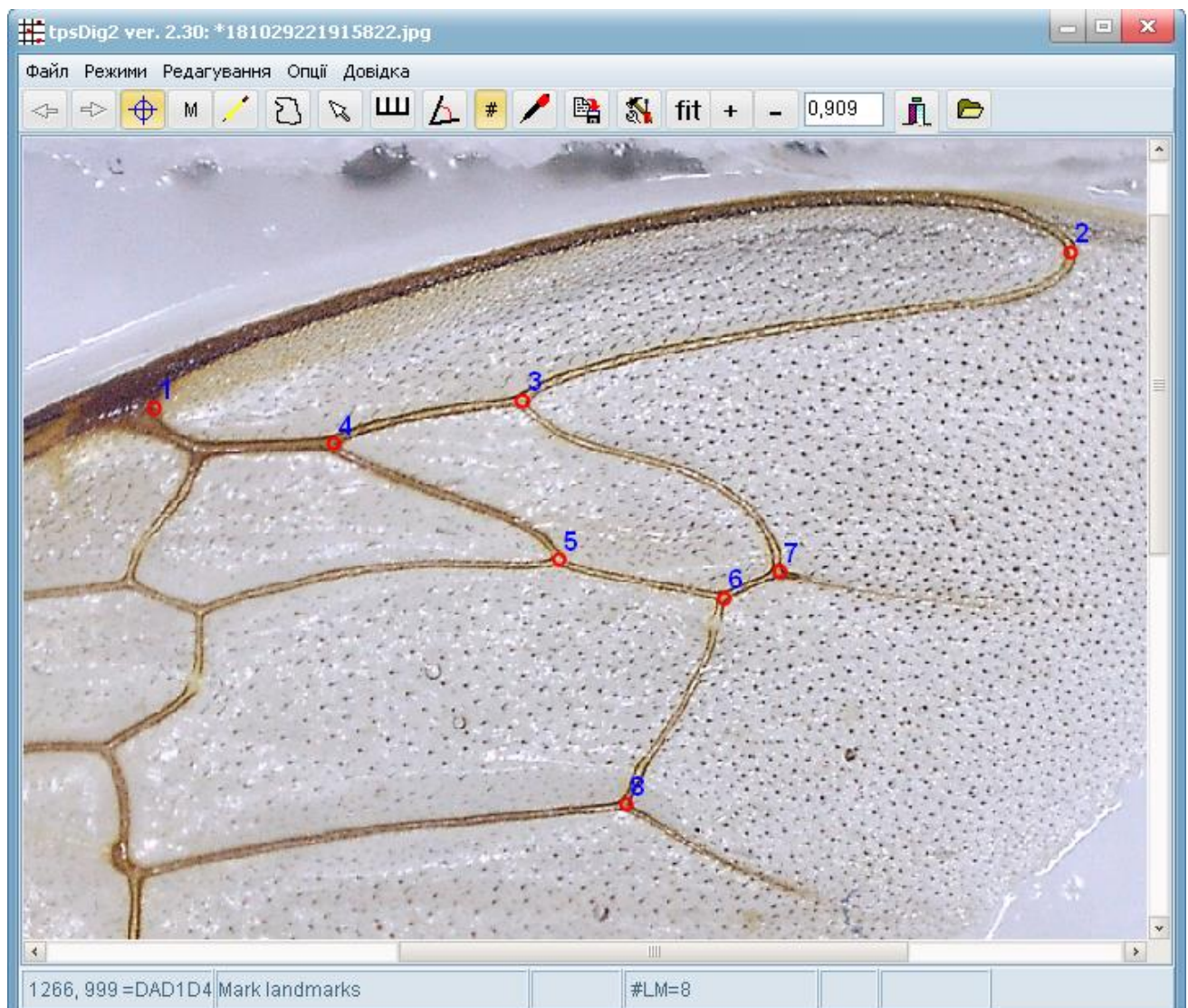


Рисунок 7 – Послідовність розставляння точок у 8-точкової морфометрії

Попередньо необхідно виконати налаштування розміру точок. За рекомендацією Фрідріха Рутнера (для точок 3-8), розмір точки необхідно задавати таким чином, щоб вона повністю

вписувалася у вузлик на перетині жилок, та торкалася меж вузлика не менше, ніж у трьох місцях (див. Рисунок 8). У цьому випадку центри точки і вузлика співпадають.

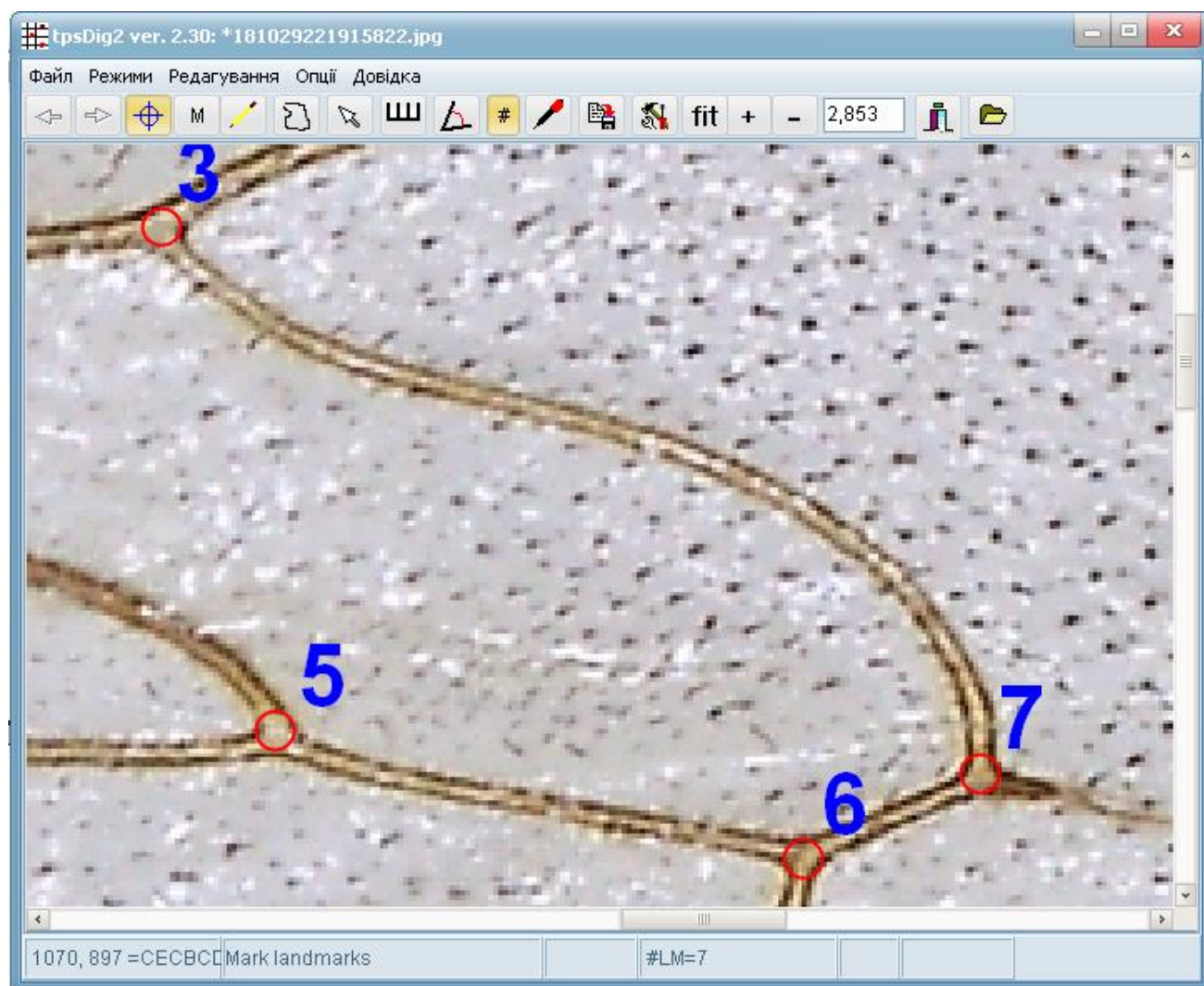


Рисунок 8 – Приклади позиціонування точок 3-8



Діалогове вікно налаштування розміру точок (див. Рисунок 9). викликається командою меню «Опції \ Інструменти для зображень», або кнопкою  на панелі інструментів.



Рисунок 9 – Вікно налаштувань

При необхідності, розташування точки на крилі можна відредагувати, змінивши режим роботи програми з режиму розставляння точок на режим редагування. Для цього необхідно виконати команду меню «**Режим\Редагувати**», або натиснути кнопку  на панелі інструментів.

Іноді виникає ситуація, коли випадково поставлена зайва точка на крилі. Тоді також переходимо у режим редагування і правою клавішею миші викликаємо на цій зайвій точці контекстне меню (див. Рисунок 10). Якщо ж випадково не поставили якусь точку, тобто пропустили, то контекстне меню викликається на наступній за пропущеною точці (за номером) і виконується команда «Вставити мітку».

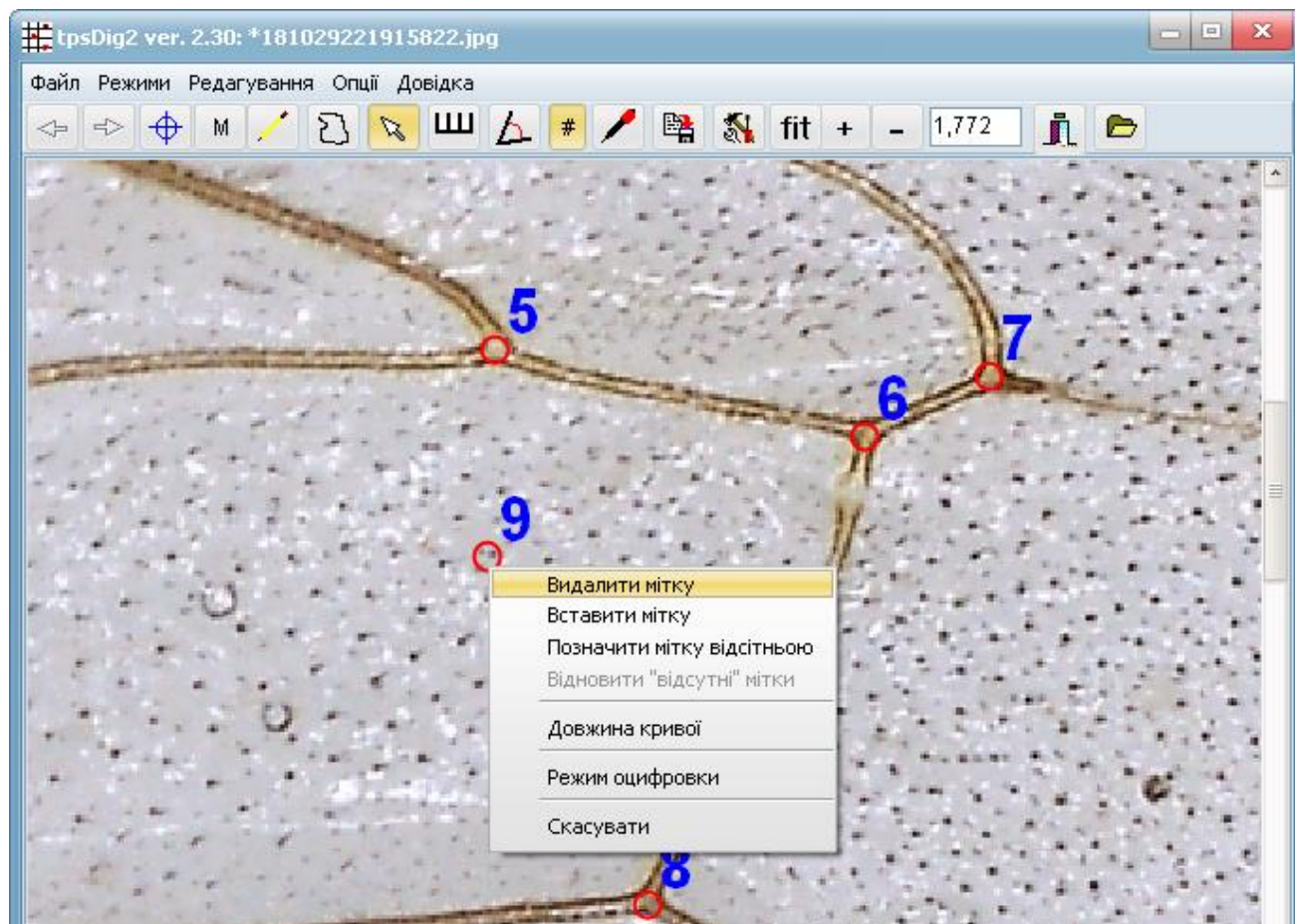



Рисунок 10 – Редагування точки

Якщо відсутність точки виявлена при повторному відкритті файла «tps», то програма **tpsDig2** вже не зможе додати нову точку за потрібним номером, а лише в кінець списку. У цьому випадку рекомендується знайти те крило з відсутньою точкою, видалити всі раніше поставлені на ньому точки і розставити їх знову.

Після того, як усі точки на крилах будуть розставлені, зберігаємо результати нашої роботи у файл з розширенням «tps». Для цього потрібно викликати діалогове вікно збереження файлів, натиснувши кнопку  на панелі інструментів.

4.3. Порядок і розташування точок для 12-точкової морфометрії

Цей формат був розроблений спеціально для можливості обрахування усіх додаткових морфометричних індексів, при мінімальній кількості точок на крилі. По суті, це наші 8 точок із попереднього розділу (червоним кольором), плюс 4 додаткові точки, котрі на рисунку 11 позначені синім кольором.

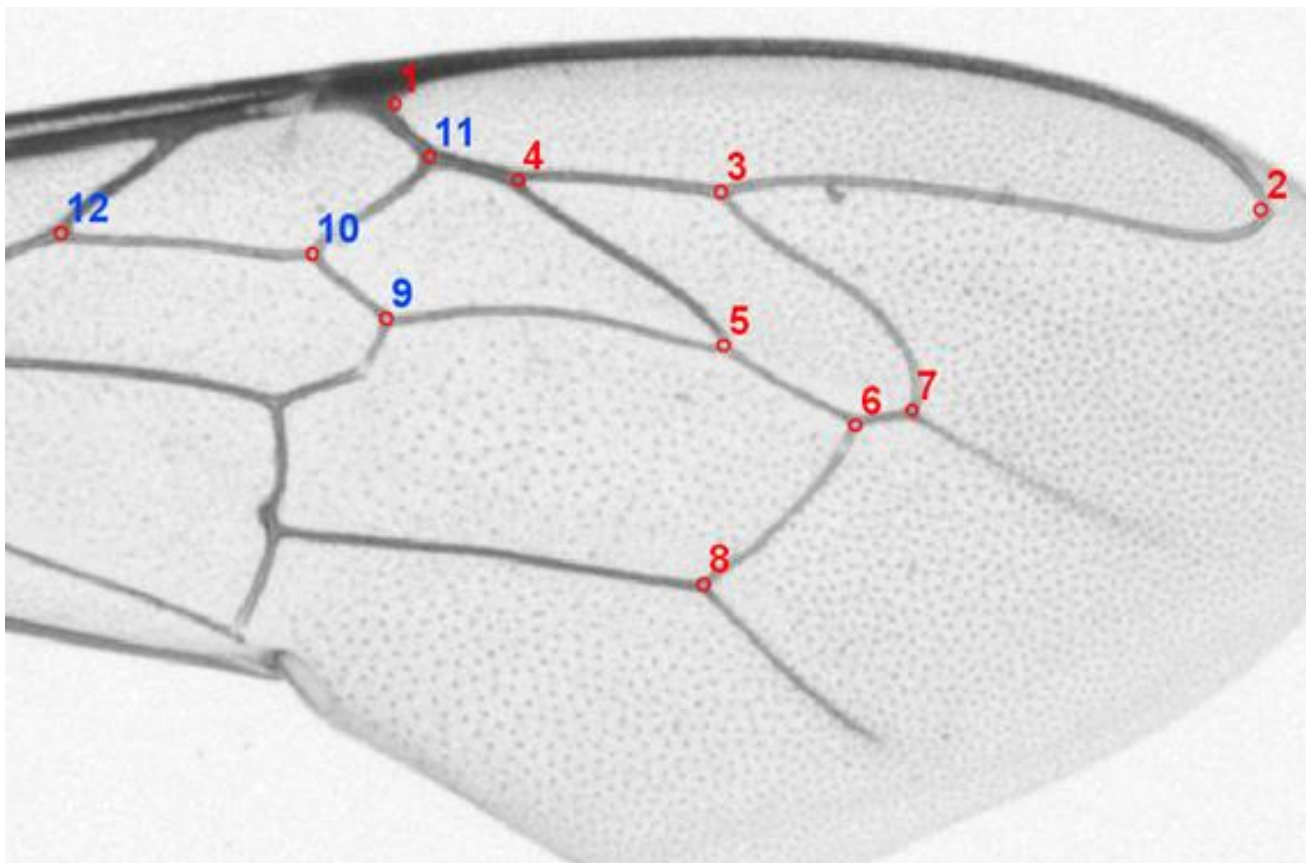


Рисунок 11 – Послідовність розставляння точок у 12-точкової морфометрії

Як вже зазначалось, додаткові точки дозволяють обрахувати прекубітальний індекс, індекс Майєра, індекс Ізмайлова та індекс Кузьмича.

4.4. Порядок і розташування точок для 19-точкової морфометрії

Тут слід зазначити, що для 19-точкової морфометрії немає єдиного «стандартного» правила розташування точок на крилі, оскільки кожен розробник програмного забезпечення вигадував власні специфічні правила. З цієї причини, у програмі MorphoXL реалізована можливість лише з двома найбільш поширеними варіантами. Перший з них, це найстарший і добре відомий протокол DAWINO (Рисунок 12) – розробка чеського інституту бджільництва, котра виконує аналіз породної приналежності дослідної проби методом дискримінантного аналізу, за даними класичної морфометрії. Опрацьовує він значення морфометричних індексів крила та ряд геометричних параметрів (довжина, ширина, площі окремих полів, кути). Наступний «стандарт» пропонує програма IdentiFly., котра виконує аналіз породної приналежності більш сучасним методом – дискримінантний аналіз за даними геометричної морфометрії, котра базується на теорії подібності форм.

Програма MorphoXL також виконує найбільш сучасний метод - дискримінантний аналіз за даними геометричної морфометрії, проте вхідні дані можуть бути отримані у будь-якому і цих двох форматів. Поряд з цим, програма обраховує і декілька параметрів з класичної морфометрії, котрі використовуються в алгоритмах визначення селекційної придатності матки-засновниці у дослідній колонії.

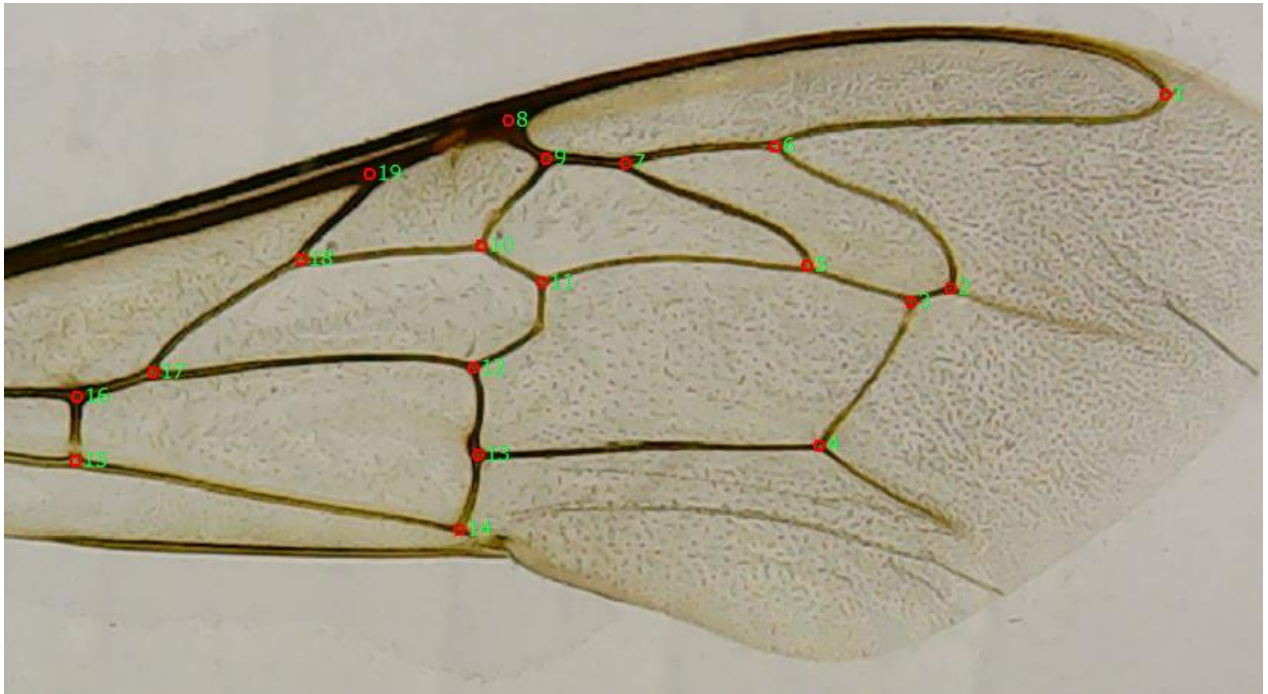


Рисунок 12 – Порядок і розташування точок для 19-точкової морфометрії за протоколом DAWINO

Хоч нумерація точок тут цілком відмінна від розглянутих вище, проте загальні правила позиціонування точок залишаються попередні, за певним винятком для точок 8 і 19. Вони також знаходяться «по центру вузлика на перетині жилок», проте розміри їхніх вузликів значно більші від решти

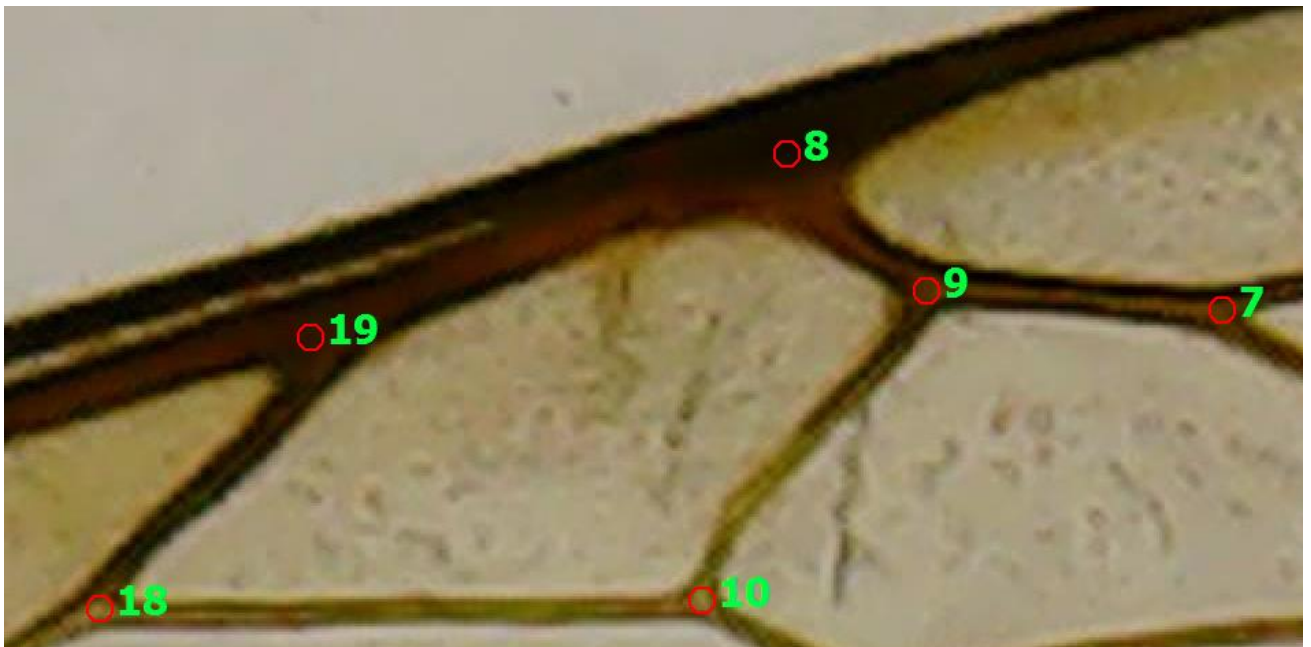


Рисунок 13 – Особливість розташування точок 8 і 19 за протоколом DAWINO

Особливістю стилю програми **IdentiFily** є не лише інша нумерація тих самих 19 точок, але й саме зображення крила є оберненим по горизонталі на 180 градусів (Рис. 14).

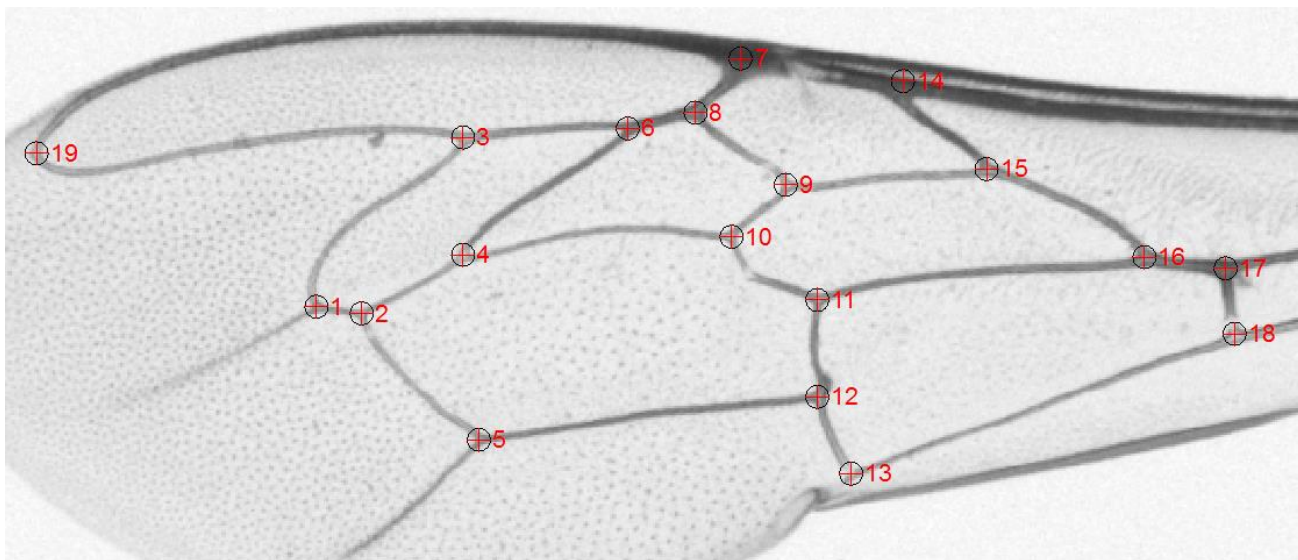


Рисунок 14 – Порядок і розташування точок для 19-точкової морфометрії у стилі IdentiFily

Правило позиціонування точки 7 тут цілком відповідає своєму аналогові у стилі **DAWINO** (де вона є точкою 8), проте для точки 14 є певна особливість – дві верхні паралельні лінії вважаються однією жилкою, тому «вузлик на перетині» отримує значно більші розміри і центр того вузлика переміщається вгору.

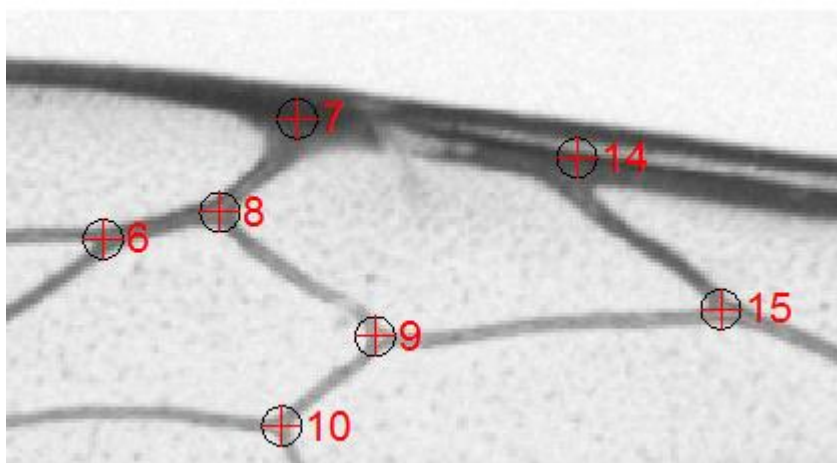



Рисунок 15 – Особливість розташування точок 7 і 14 у стилі IdentiFily

4.5. Також варта зазначити, що **обов'язковою** умовою для подальшої коректної роботи із збереженим файлом «tps» є його розміщення у ту ж папку, де знаходяться файли зображень крил. Це пов'язане з тим, що файл «tps» є звичайним текстовим файлом і окрім координат точок, у ньому вказується лише назва файла із зображенням крила, на котрому точки були проставлені. Тобто вважається, що зображення крил знаходяться поруч, у тому ж каталозі. Тому коли виникає необхідність повторного редагування файла «tps», редактор шукає потрібне зображення поруч, звідкіля був завантажений файл «tps». Якщо ж з будь-яких причин користувач хоче зберігати зображення крилець окремо від місця розташування файла «tps», то перед його збереженням, у редакторі необхідно поставити опцію «Вказувати повний шлях до зображень».

4.6. При збереженні результатів досліджень на диску комп'ютера, рекомендується запровадити якусь єдину і зручну для користувача структуру каталогів, котра включала б у назвах папок рік дослідження, номер колонії, або матки, номер точка, тощо. Подібна систематизація папок дозволить у подальшому значно спростити пошук потрібної інформації.

4.7. Також у програми **tpsDig2** є можливість в одному файлі зберігати результати оцифровування крил з декількох зображень. Для цього, при збереженні результатів оцифровування кожного наступного зображення, у діалоговому вікні обираємо раніше створений файл «tps», а на повідомлення програми про те, що такий файл вже існує, відповісти «Додати» («**Append**»). При наступному відкритті такого комплексного файлу програмою **tpsDig2** стають доступними кнопки зі стрілками  на панелі інструментів, з використанням яких виконується переміщення по зображеннях.

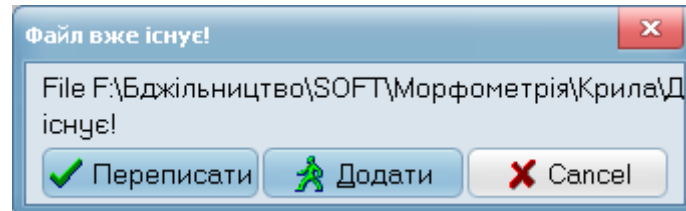


Рисунок 16 – Збереження результатів оцифровування у збірний файл «tps»

Тут слід зазначити, що на відміну від **tpsDig2**, програма **WingsDig** максимально адаптована саме до роботи з великою кількістю зображень (окреме зображення для кожного крила) у файлі «tps», тому є більш зручною у цій ситуації.

5. Обробка результатів оцифровування у програмі «MorphoXL»

5.1. Запускаємо Excel і відкриваємо у ньому файл «MorphoXL.xls». Того ж ефекту можна досягнути, якщо виконати подвійний клік на файлі «MorphoXL.xls» у вікні будь-якого файлового менеджера. Якщо рівень безпеки встановлено так, як було рекомендоване у п. 1.5, то середовище Excel виведе повідомлення системи безпеки про наявність макросів у книзі «MorphoXL.xls». Якщо Ваша версія програми отримана з легальних джерел, то сміливо тиснемо кнопку **"Не вимикати макроси"** (див. **Рисунок 17а**), для версії Excel 2003 і більш ранніх версій. Для новіших версій, починаючи з Excel 2007, тиснемо кнопку **«Включити вміст»** (див. **Рисунок 17б**). В іншому випадку програма працювати не буде.

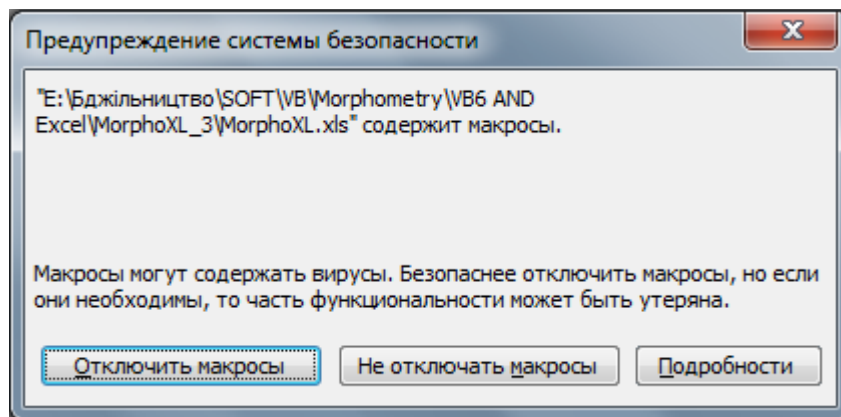


Рисунок 17а – Попередження системи безпеки в Excel 2003

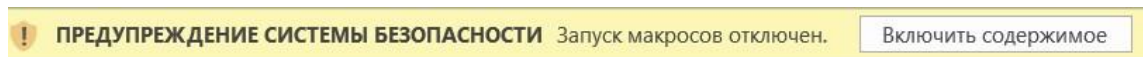


Рисунок 17б – Попередження системи безпеки у новіших версіях Excel

5.2. Для початку роботи необхідно викликати меню програми із набором відповідних команд. Для цього потрібно натиснути лівою кнопкою мишки на піктограмі



або одночасно натиснутій клавіші **«Ctrl»** і **«t»** на клавіатурі (розкладка клавіатури обов'язково англійська).

В результаті з'явиться плаваюче меню, в котрому обираємо команду **«Отримати дані вимірів із файла TPS»**.

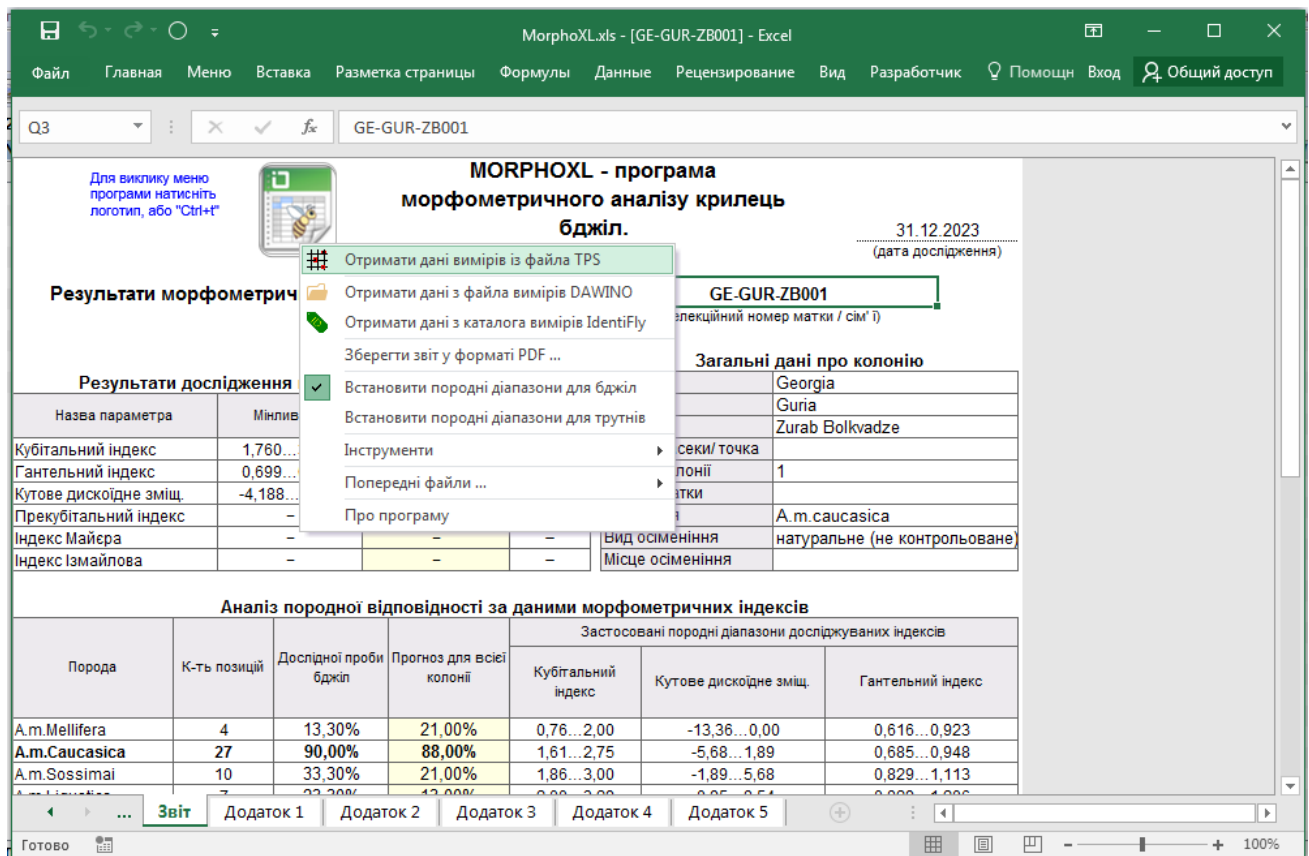


Рисунок 18 – Виконання команди на отримання даних із файлів TPS

5.3. Програма запропонує відкрити файл з координатами точок, який ранніше був створений у редакторі файлів «tps» – див. Рисунок 19.

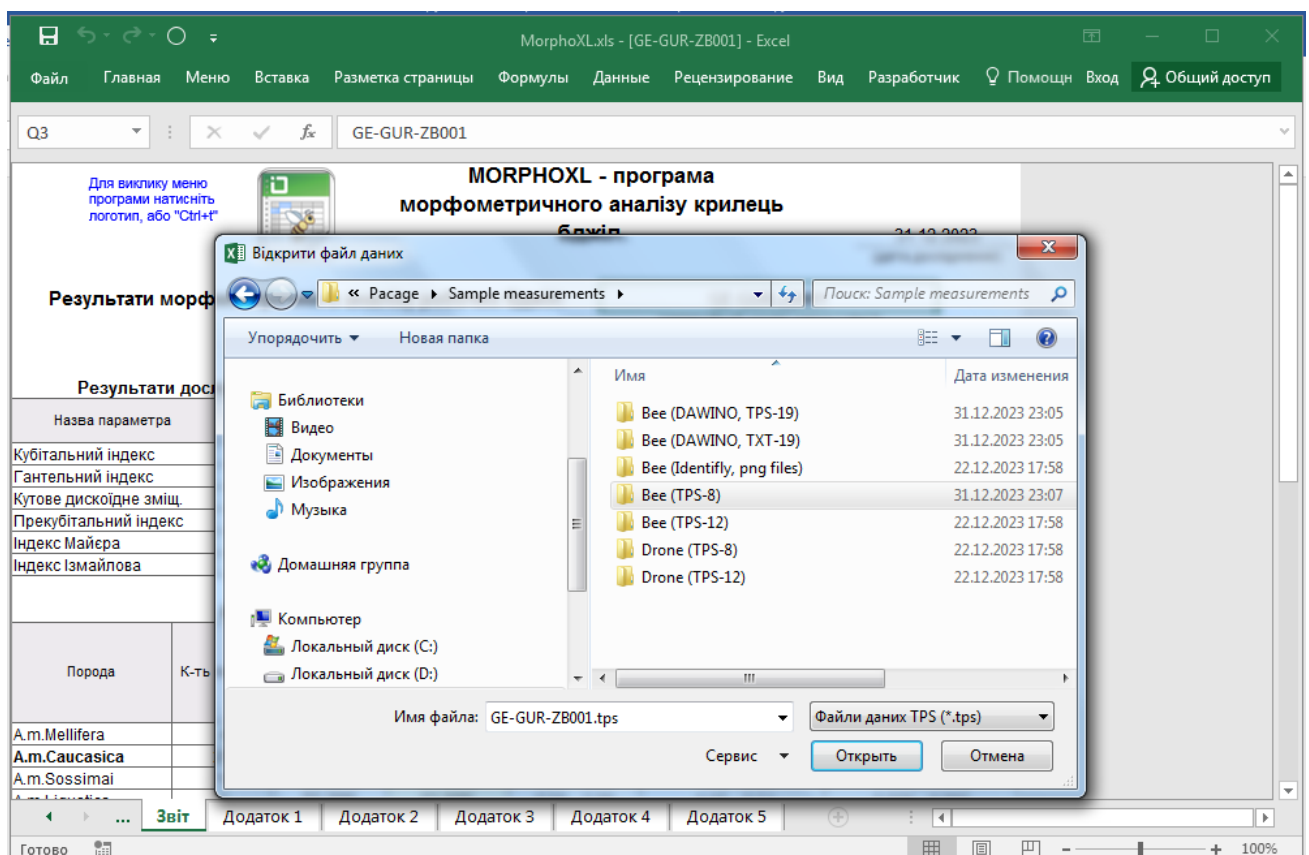


Рисунок 19 – Діалогове вікно відкриття документа

При успішному завантаженні і опрацюванні даних, буде видане відповідне повідомлення (див. Рисунок 20).

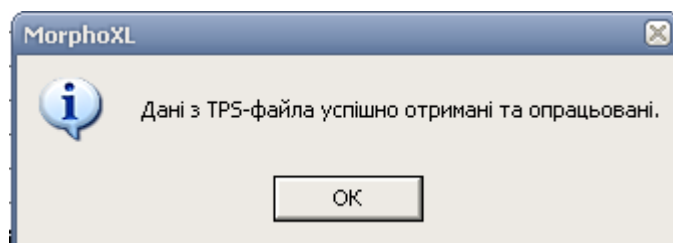


Рисунок 20 – Повідомлення програми про успішне виконання аналізу

В аналогічний спосіб, програма дозволяє завантажити і опрацювати результати вимірів у стилі DAWINO, котрі знаходяться у файлах з розширенням «txt» і «csv». Також програма має окрему команду для опрацювання результатів оцифровування, котрі виконані у програмі IdentiFly, хоча тут є особливість – ці дані знаходяться не у окремому файлі, а у самих файлах зображень крилець, формату «png». Тому у цьому випадку ми вказуємо програмі **MorphoXL** не окремий файл, а шлях до каталога, де знаходяться файли зображень крилець, котрі були опрацьовані у програмі **IdentiFly**.

5.5. При необхідності, породні діапазони можуть бути змінені користувачем на листі «Опції», де допускається корегування їх меж, при допомозі випадających списків прийнятних значень – див. Рисунок 21. Дозволяється також змінювати і назви порід, що дає змогу адаптувати програму у відповідності з потребами користувача, переліком актуальних порід бджіл у його місцевості. У розділі «Дослідження популяції» йдеться про те, як визначити, або уточнити межі породного діапазону будь-якого індексу, для кожної окремої породи (підвиду) медоносних бджіл.

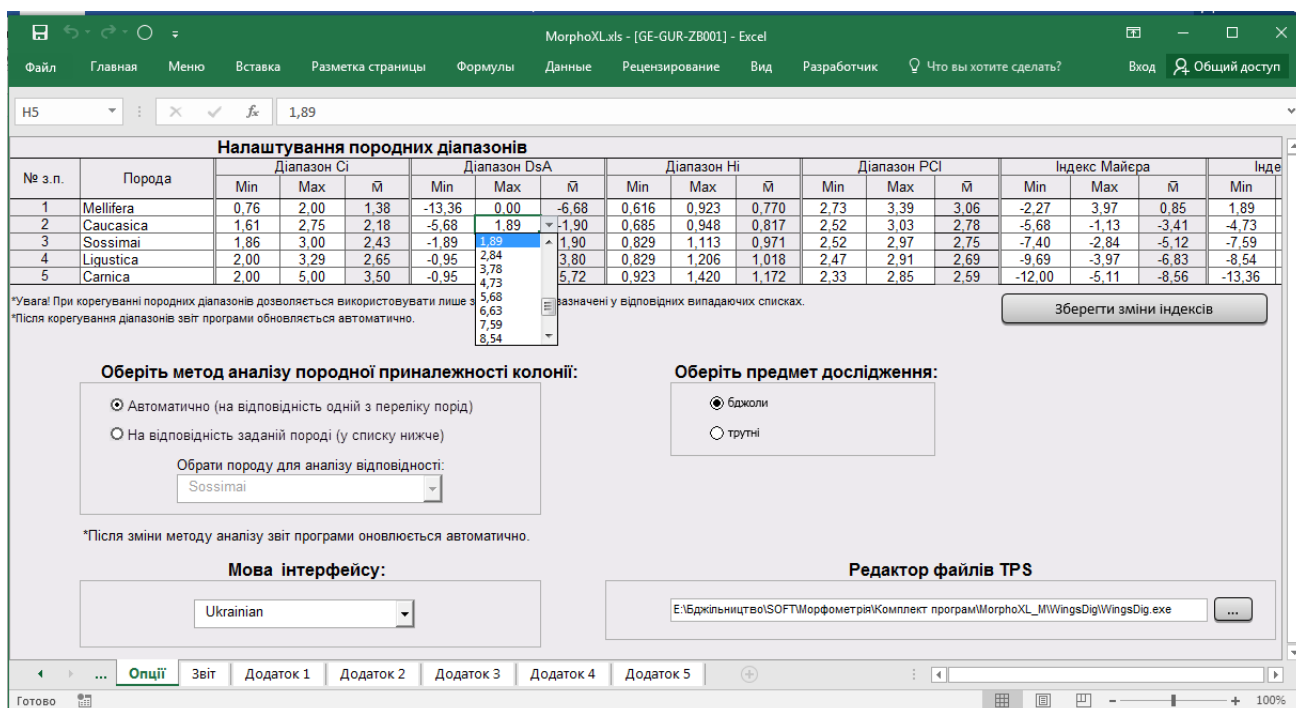


Рисунок 21 – Зміна межі породного діапазону

При зміні породних діапазонів, програма слідкує за коректністю цієї операції і за певних обставин може видавати відповідні критичні повідомлення.

Також можна обрати один із методів аналізу породної приналежності колонії: автоматично (стандартний режим) – коли програма сама визначає переважаючу породу для досліджуваної колонії, або «На відповідність заданій породі», котра обирається із випадających списку. Ця

опція буває корисною, коли ми досліджуємо колонію з наперед відомою породною приналежністю і нам потрібно її підтвердити.

Після зміни породних діапазонів, результати аналізу обновляються автоматично. Користувач може зберегти власні налаштування породних діапазонів у файл налаштувань програми (файл «MorphoXL.ini»), натиснувши кнопку «Зберегти зміни індексів». Це буде корисним, коли користувач змінює предмет дослідження «бджоли/трутні» і відповідно до цього програма автоматично корегує межі породних діапазонів. Зазвичай, програма виставляє там значення за замовчуванням, але якщо у файлі «MorphoXL.ini» присутні користувацькі налаштування, то їм надається пріоритет. Змінити предмет дослідження «бджоли/трутні» можна також і при допомозі меню програми.

Примітка: Програма WingsDig дозволяє зберігати у файлах «tps» додаткову інформацію щодо дослідної проби, у тім чисті і «Предмет дослідження». При опрацюванні таких файлів, програма MorphoXL автоматично змінює відповідні налаштування, про що повідомляє користувача.

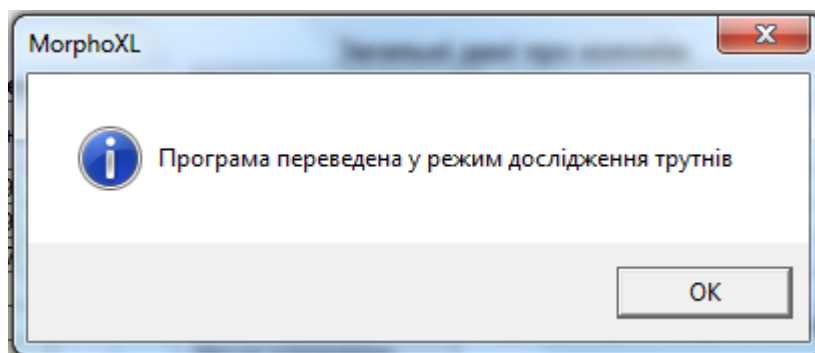


Рисунок 22 – Повідомлення про зміну предмету дослідження

5.6. На листі «Опції» можна також змінити мову інтерфейсу програми MorphoXL, обираючи її із списку доступних мов (Рисунок 23). Усі доступні мовні файли з розширенням «*.lng» знаходяться в папці програми.

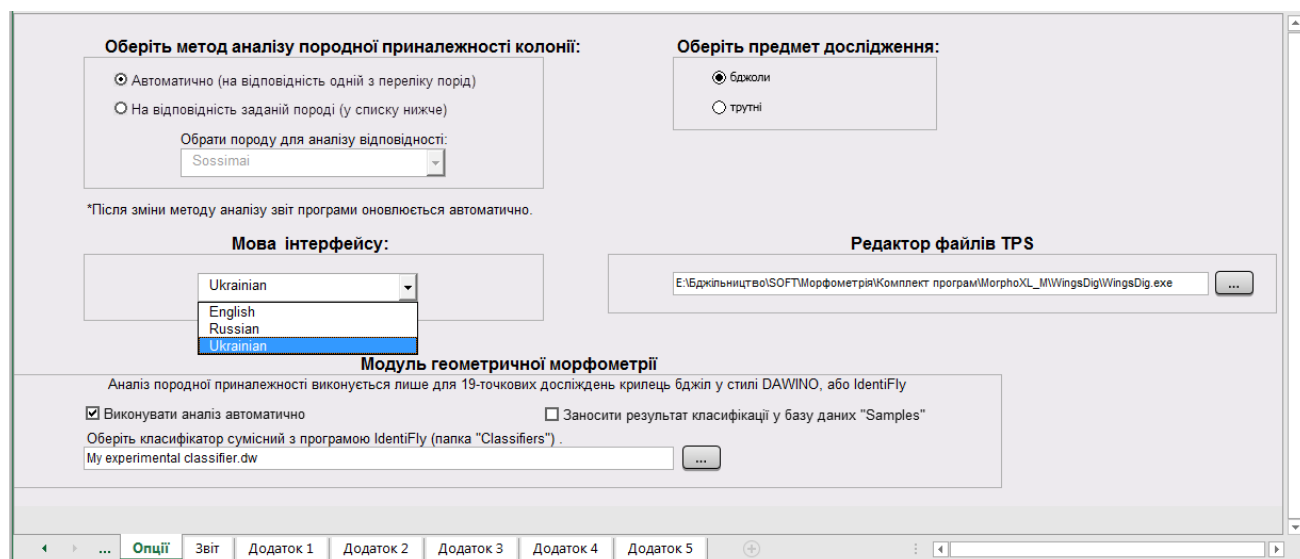


Рисунок 23 – Зміна мови інтерфейсу

Також можна вказати/змінити шлях до місця розташування редактора файлів «tps», щоб можна було його викликати при допомозі випадального меню MorphoXL (Рис. 24) . Налаштувати режим роботи модуля геометричної морфометрії: увімкнути/вимкнути модуль, обрати інший класифікатор, обрати режим збереження результатів аналізу у базу даних. Накопичення таких

результатів дає змогу у майбутньому розробити нові класифікатори для ідентифікації раніше не досліджених окремих підвидів, чи географічних популяцій бджіл.

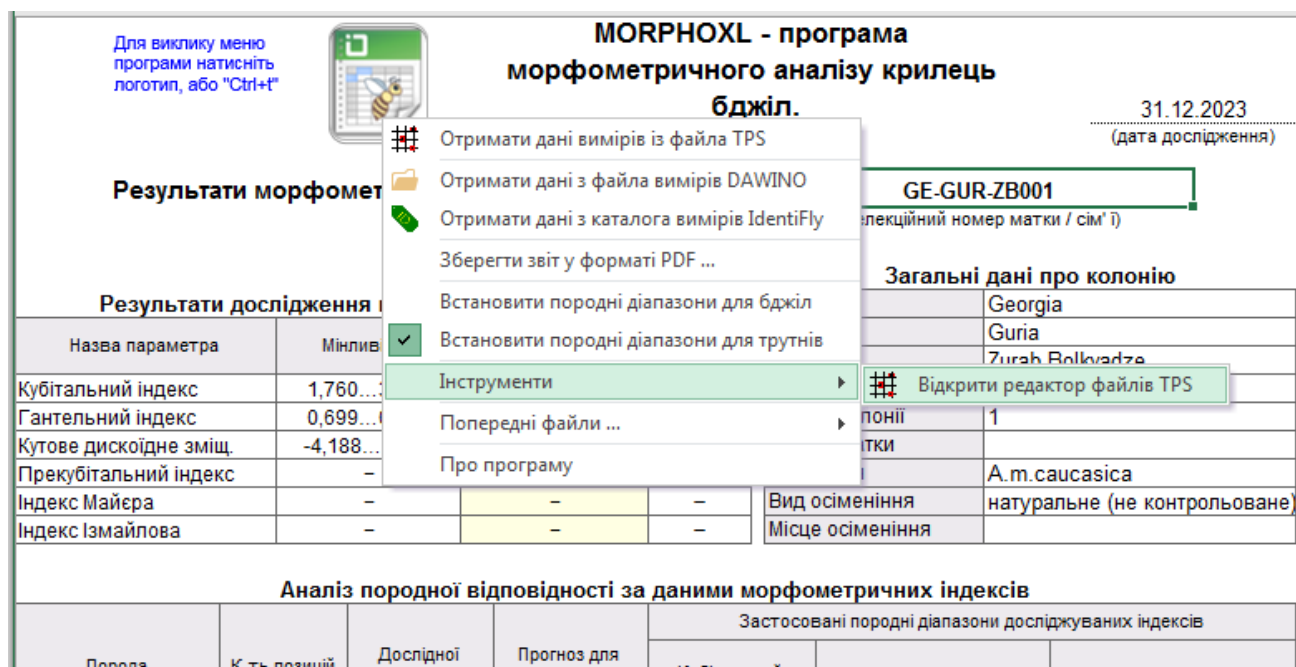
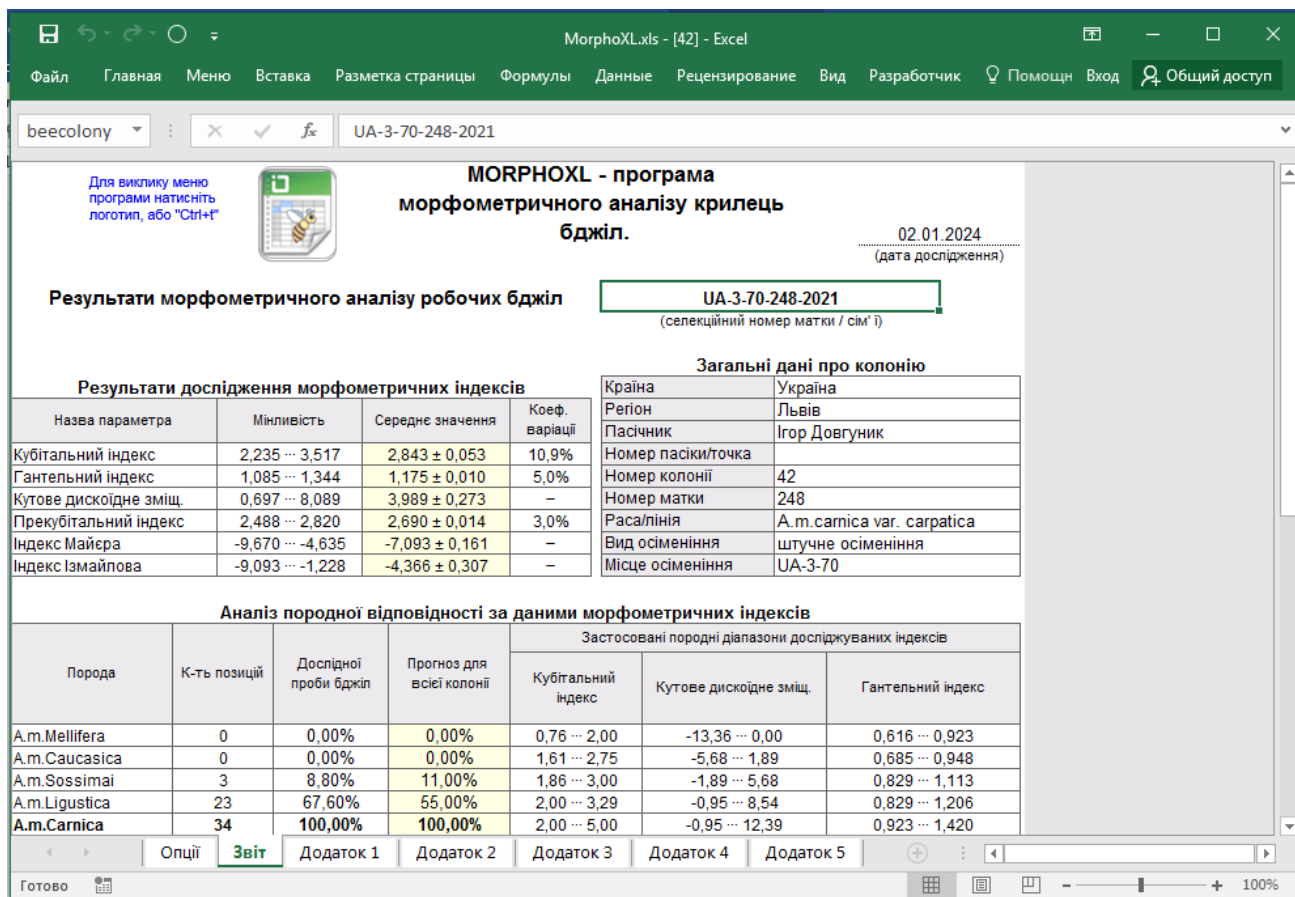


Рисунок 24 – Додаткові інструменти у меню MorphoXL

Програма зберігає історію роботи з документами «tps», «txt», «csv», що дозволяє уникнути складної навігації по файловій структурі комп'ютера, при необхідності повторного перегляду. Для цього слід скористатися командою меню «Попередні файли...».

6. Аналіз результатів

6.1. Аналіз отриманих результатів дослідження селекційної придатності та породної приналежності отримуємо на листі «Звіт», де вказаний процент відповідності переважаючій породі за імовірнісною оцінкою, а також рекомендації щодо подальшого використання досліджуваної колонії бджіл у селекційній страві.



MORPHOXL - програма морфометричного аналізу крилець бджіл.

02.01.2024
(дата дослідження)

Результати морфометричного аналізу робочих бджіл

UA-3-70-248-2021
(селекційний номер матки / сім'ї)

Результати дослідження морфометричних індексів

Назва параметра	Мінливість	Середнє значення	Коеф. варіації
Кубітальний індекс	2,235 ... 3,517	2,843 ± 0,053	10,9%
Гантельний індекс	1,085 ... 1,344	1,175 ± 0,010	5,0%
Кутове дискоїдне зміщ.	0,697 ... 8,089	3,989 ± 0,273	—
Прекубітальний індекс	2,488 ... 2,820	2,690 ± 0,014	3,0%
Індекс Майєра	-9,670 ... -4,635	-7,093 ± 0,161	—
Індекс Ізмайлова	-9,093 ... -1,228	-4,366 ± 0,307	—

Загальні дані про колонію

Країна	Україна
Регіон	Львів
Пасічник	Ігор Довгунік
Номер пасіки/точка	
Номер колонії	42
Номер матки	248
Раса/лінія	A.m.carnica var. carpatica
Вид осіменіння	штучне осіменіння
Місце осіменіння	UA-3-70

Аналіз породної відповідності за даними морфометричних індексів

Порода	К-ть позицій	Дослідної пробі бджіл	Прогноз для всієї колонії	Застосовані породні діапазони досліджуваних індексів		
				Кубітальний індекс	Кутове дискоїдне зміщ.	Гантельний індекс
A.m.Mellifera	0	0,00%	0,00%	0,76 ... 2,00	-13,36 ... 0,00	0,616 ... 0,923
A.m.Caucasica	0	0,00%	0,00%	1,61 ... 2,75	-5,68 ... 1,89	0,685 ... 0,948
A.m.Sossimai	3	8,80%	11,00%	1,86 ... 3,00	-1,89 ... 5,68	0,829 ... 1,113
A.m.Ligustica	23	67,60%	55,00%	2,00 ... 3,29	-0,95 ... 8,54	0,829 ... 1,206
A.m.Carnica	34	100,00%	100,00%	2,00 ... 5,00	-0,95 ... 12,39	0,923 ... 1,420

Опції: **Звіт** | Додаток 1 | Додаток 2 | Додаток 3 | Додаток 4 | Додаток 5

Готово

Рисунок 25 – Головна сторінка програми MorphoXL

Можливі рекомендації програми щодо подальшого використання досліджуваної колонії подаються нижче, у порядку зростання селекційної цінності:

1. «матка цієї сім'ї для розмноження не придатна»
2. «матка цієї сім'ї для селекції не перспективна»
3. «матка цієї сім'ї є придатною для подальшої селекції (покращення)
4. «матка цієї сім'ї є придатною для репродукції»
5. «матка цієї сім'ї може бути засновницею селекційної лінії»

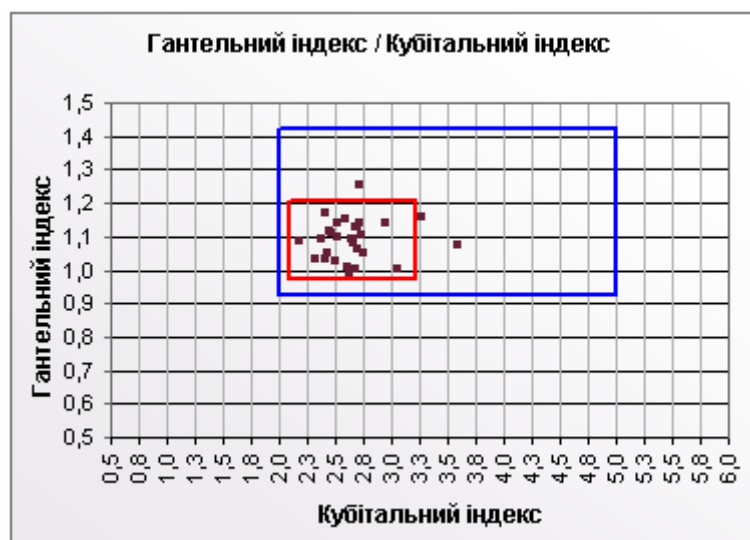
6.2. У випадку, коли програма рекомендує використання «...засновницею селекційної лінії», чи «... для репродукції», Вас можна привітати. Ви відшукали унікальну за консолідацією породовизначальних ознак колонію і Вам залишається лише перевірити цей чудовий результат при допомозі модуля геометричної морфометрії, а в окремих випадках і генетичних досліджень. Ну а якщо вердикт програми не втішний, то у першу чергу потрібно переконалися, що при дослідженні крилець цієї сім'ї Ви не допустилися помилок.

6.3. При оцінці селекційної придатності, програма аналізує ступінь гібридизації по кожному з досліджуваних індексів. **Можливі значення гібридизації: «гібрид», «припустима», «незначна», «відсутня».** Іншою оцінюваною ознакою є **цілісність колонії**, котра характеризує ступінь однорідності колонії і **може приймати наступні значення: «порушена»,**

«нормальна», «ідеальна». Останній показник обраховується для кубітального та гантельного індексів і наведена шкала оцінок повністю відповідає значенню коефіцієнта варіації досліджуваного індексу: для **Ci** – “>20%”, “12,5%...20%”, “<12,5%” та для **Hi** – “>7,5%”, “6,5%...7,5%”, “<6,5%”.

Низька оцінка колонії часто буває наслідком декількох «не визначених» крил. У такому випадку на аркуші "Додаток 2" записи для цих крил будуть показані шрифтом червоного кольору. У цьому випадку необхідно ще раз перевірити правильність позиціонування точок на зображеннях цих проблемних крил. Отже відкриваємо редактор файлів «tps» і завантажуюмо в нього потрібний файл. У редакторі знаходимо проблемне крило і перевіряємо якість позиціонування - оскільки цілком ймовірно, що винне не саме крило, а не надто вправна рука, чи втома, чи неуважність. Якщо побачили помилку - виправляємо її та аналізуємо пробу повторно.

6.4. Якщо програма нарікає на надто високу гібридизацію, чи надто низьку цілісність колонії, то причини шукаємо на одному з трьох графіків (див. Рисунок 26), котрі знаходяться в нижній частині листа «Звіт». У цьому випадку дивимось графік з потрібним індексом, де знаходимо точки, що виходять за межі червоного (довірчі інтервали), або навіть синього (породні діапазони) прямокутника. Підводимо по черзі до кожної з них курсор, і він показує в дужках значення індексів для цієї точки: спочатку по горизонтальній осі, потім по вертикальній. Запам'ятовуємо ці індекси, переходимо на лист " Додаток 2". Викликаємо діалогове вікно пошуку (одночасно натиснути клавіші «Ctrl» + «F») , вводимо там значення потрібного індексу і знаходимо потрібне крило. Далі аналізуємо правильність його оцифрування у програмі **tpsDig2** - як вже описане вище, у п. 6.3.

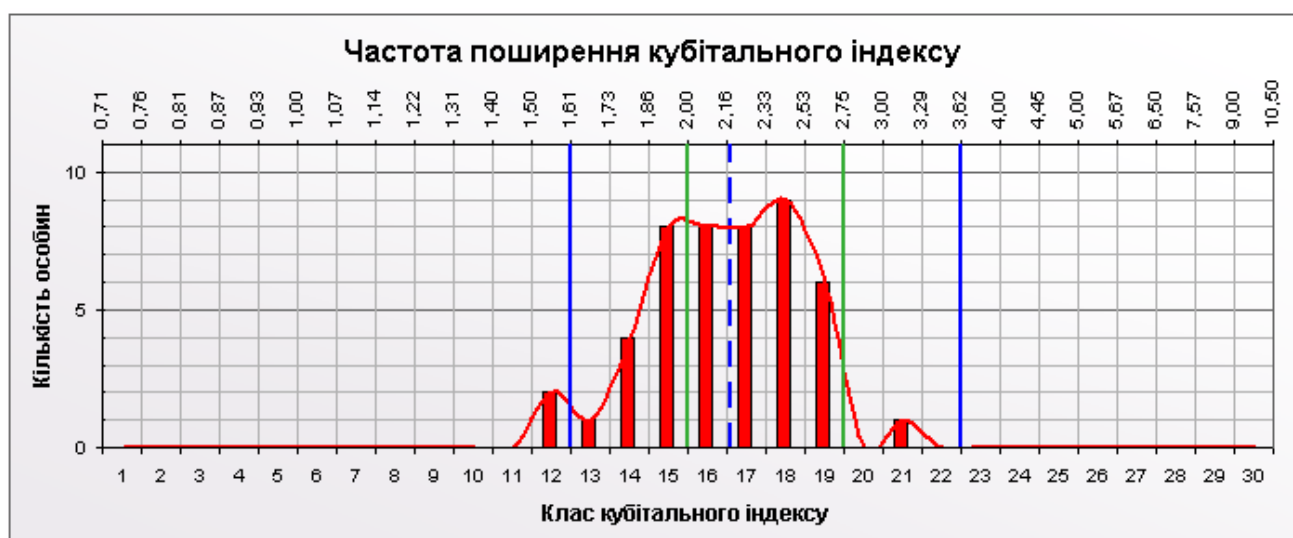


Малюнок 26 – Розподіл Hi/Ci (породні діапазони та довірчі інтервали за двома індексами)

6.5. Якщо вичерпані всі можливі причини і це не привело до поліпшення оцінки програмою, то таку сім'ю недоцільно використовувати в подальшій селекційній роботі.

6.6. Графіки розподілу частоти основних морфометричних індексів за класами (варіаційні криві) знаходяться на аркуші «Додаток 1». Вони бувають корисні для візуального виявлення домішок інших порід, за піками у невластивих для переважаючої породи класах. На рисунку 27 показана варіаційна крива розподілу кубітального індексу по класах. Між двома зеленими вертикальними лініями, на цьому графіку знаходиться так званий «діапазон чистої лінії». За методикою Рутнера, у чистопородній колонії в цю область повинні потрапляти не менше 66% бджілок досліджуваної проби. Збільшення кількості бджілок у цьому діапазоні є одним із факторів, котрий впливає на більш високу селекційну оцінку колонії. Лівіше і правіше «діапазону чистої лінії» знаходяться «критичні області» (між зеленою і синьою лініями). В кожній із них кількість бджілок не повинна перевищувати 15%. Поза критичними областями, тобто далі за синіми лініями, по обидва боки повинні потрапляти не більше, ніж по 2% бджілок. У наведеному нижче графіку дані правила не виконуються лівіше «діапазону чистої лінії».

Переважаючою породою у цій гібридизованій колонії програма розпізнала "A.m.sossimai".
Висновок програми – «матка цієї сім'ї для розмноження не придатна».



M	Min	Max	СКВ	Cv	Довірчий інтервал (95%)	
					Min	Max
2,174	1,537	3,117	0,322	14,8%	1,543	2,805

За кубітальним індексом: цілісність колонії - "нормальна", гібридизація - "гібрид" (класи 1...12 - 4,26%; 13...15 - 27,66%; 20...22 - 2,13%; 23...30 - 0%)

Рисунок 27 – Варіаційна крива кубітального індексу

Подібним чином аналізуються варіаційні криві для гантельного індексу та кутового дискоїдального зміщення.

На аркушах «Додаток 2» і «Додаток 3» наведені варіаційні криві для додаткових морфометричних індексів (Рис. 28), котрі ми маємо змогу дослідити лише для 12-точкових і 19-точкових досліджень. Це прекубітальний індекс, індекс Майєра, індекс Ізмайлова та індекс Кузьмича. Як вже зазначалось, додаткові індекси дозволяють додатково і більш ретельно дослідити можливу метизацію досліджуваної проби іншим підвидом бджіл.



M	Min	Max	СКВ	Cv	Довірчий інтервал (95%)	
					Min	Max
2,690	2,488	2,820	0,081	3,0%	2,531	2,849

За прекубітальним індексом: гібридизація - - "відсутня"

Рисунок 28 – Варіаційна крива додаткового прекубітального індексу

Тут слід зазначити, що наведений вище прекубітальний індекс (Рис. 28), як і індекс Кузьмича, мають виражену властивість слугувати «маркерами присутності» у дослідній пробі для підвидів *A.m.mellifera* та *A.m.caucasica* відповідно. При цьому дана властивість зберігається навіть тоді, коли за рештою індексів дану метизацію не вдається відстежити. Свідченням такої метизації, за прекубітальним індексом, буде потрапляння зразків (умовно) у 19-23 класи, що й буде свідчити про метизацію меліферою для інших підвидів бджіл.

7. Модуль геометричної морфометрії

Якщо попередні розділи базувались на аналізі окремих елементів класичної морфометрії і в основному слугували для визначення селекційної придатності матки-засновниці досліджуваної колонії, то даний розділ має за мету найбільш достовірне визначення приналежності дослідної колонії до одного із підвидів (чи еволюційних ліній) бджіл, котрі представлені у використаному класифікаторі. Даний метод аналізу використовується лише для 19-точкових досліджень робочих бджіл, яку у стилі **IdentiFly**, так і у стилі **DAWINO**. Результати дослідження, за даним методом, надані програмою на аркуші «Додаток 5».

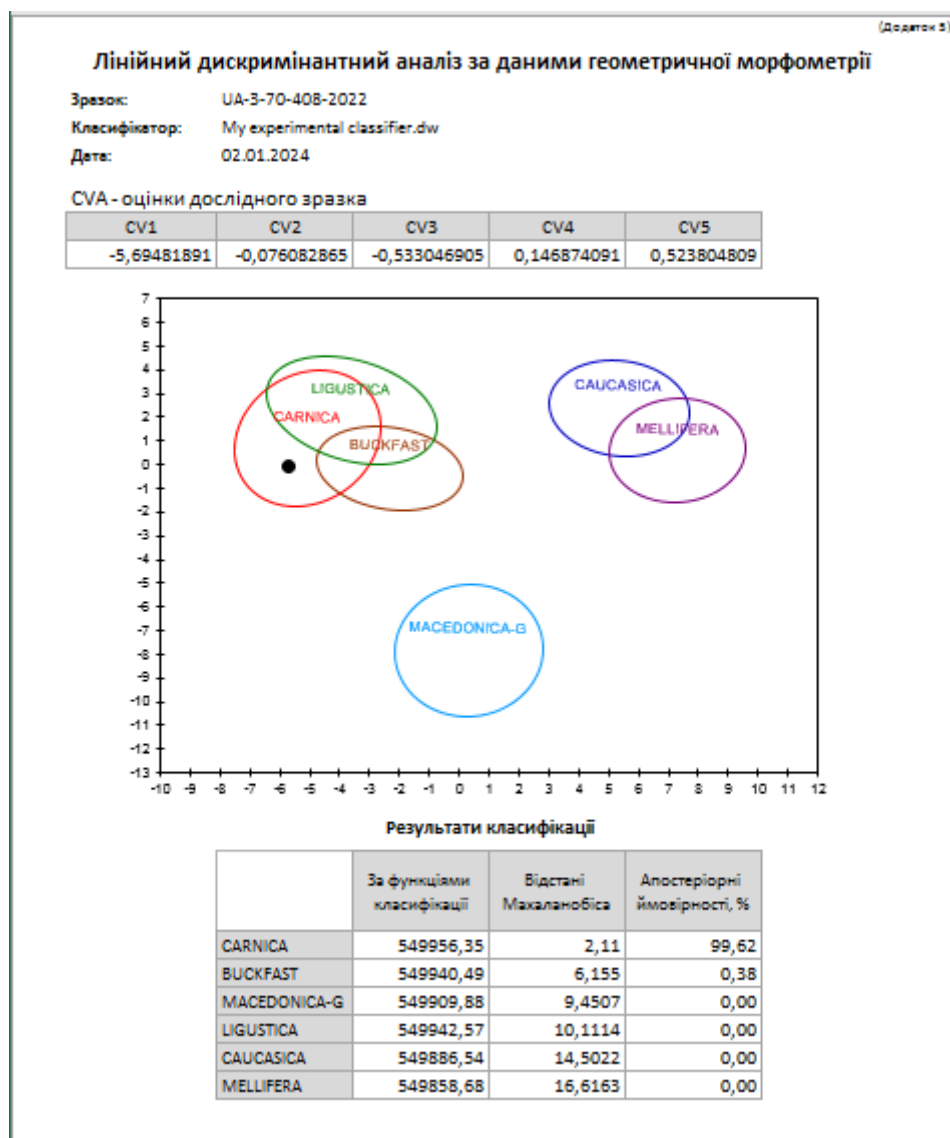


Рисунок 29 – Звіт модуля геометричної морфометрії

Примітка: для вірного тлумачення вищенаведеного звіту слід зазначити, що графічна частина володіє лише частковою інформативністю, оскільки ілюструє нам проекцію багатовимірного простору на двовимірну площину. Отже остаточні і вичерпні результати аналізу знаходяться у таблиці «Результати класифікації», а графічна частина лише частково їх ілюструє.

8. Дослідження популяції, визначення породних діапазонів

Може виникнути ситуація, коли для однієї з порід необхідно уточнити, чи визначити межі породного діапазону для певного морфометричного індексу. Для цього необхідно виконати морфометричні дослідження бджіл даного підвиду у межах їхнього природного ареалу і побудувати варіаційну криву за потрібною морфометричною ознакою. Методика визначення породного діапазону за варіаційною кривою популяції описана у праці Ф. Рутнера «Техніка розведення та селекційний відбір бджіл». Нижче наведено приклад визначення меж породного діапазону кубітального індексу у межах природної популяції карпатських бджіл.

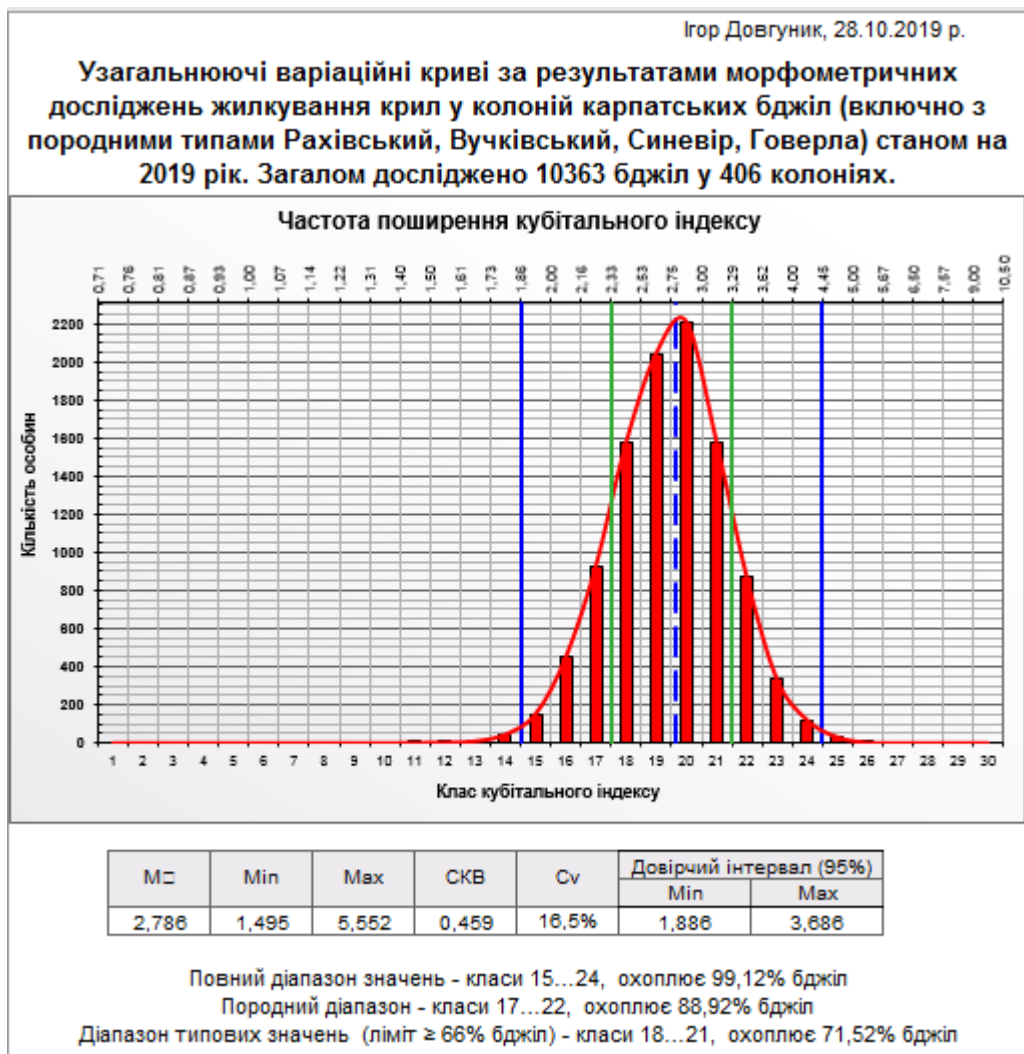


Рисунок 30 – Приклад побудови варіаційної кривої кубітального індексу при дослідженні популяції бджіл

За подібною методикою визначаються будь-які інші необхідні морфометричні ознаки природних популяцій бджіл у межах їхнього природного ареалу.

9. Ліцензія

Програма MorphoXL є умовно безкоштовним програмним забезпеченням. Незареєстрована версія не накладає на користувача будь-яких часових обмежень у користуванні, проте функціональність програми буде обмежена лише до визначення селекційної придатності за даними 8-точкових досліджень робочих бджіл. На початку використання, користувачеві надається ознайомчий період з повною функціональністю, тривалістю в одну добу, після чого програма автоматично буде переведена у режим обмеженої функціональності. Інформацію про стан реєстрації програми можна отримати у діалоговому вікні, скориставшись командою меню «Про програму».

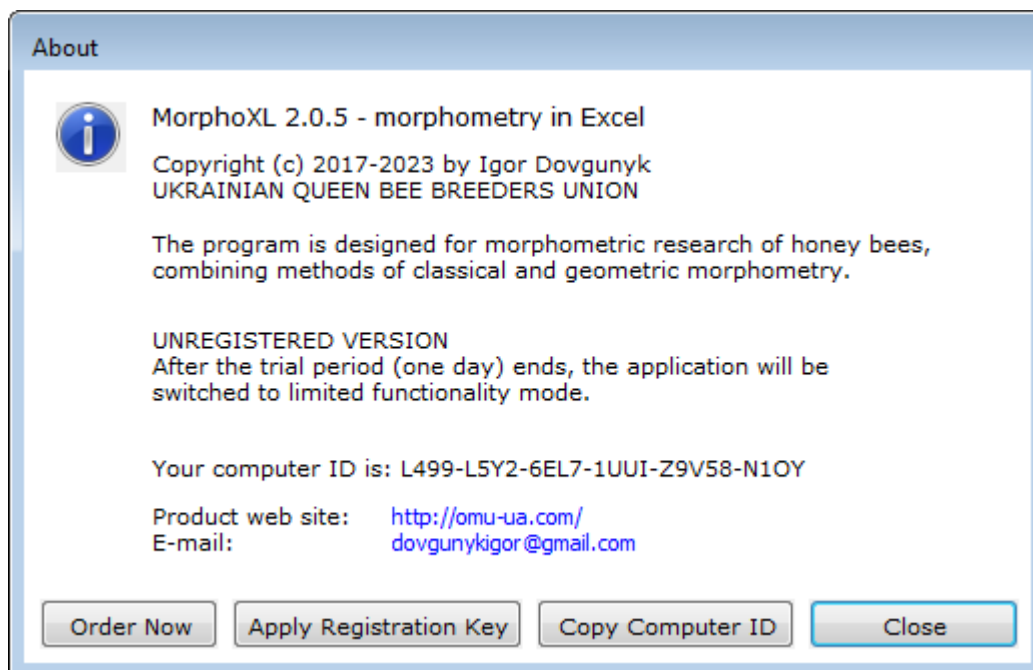


Рисунок 31 – Діалогове вікно «Про програму»

Для реєстрації програми використовується реєстраційний ключ. Для кожного окремого комп'ютера існує свій унікальний ідентифікатор «Computer ID». Для отримання реєстраційного ключа, потрібно надіслати ідентифікатор комп'ютера користувача на електронну адресу, котрі вказані у вищевказаному діалоговому вікні. Якщо виконати подвійний клік на цій електронній адресі і за умови, що на комп'ютері є відконфігурована поштова програма (до прикладу, Microsoft Outlook), то програма запуститься із вже вбудованим шаблоном електронного листа, разом з ідентифікатором. Також ідентифікатор можна завантажити у буфер обміну, натиснувши кнопку «Copy Computer ID» у діалоговому вікні. У Вашому листі має бути вказана наступна інформація:

Computer ID: ...

Your name: ...

Your email: ...

Після отримання реєстраційного ключа, його необхідно завантажити у програму MorphoXL. Для цього у вищевказаному діалоговому вікні потрібно натиснути кнопку «Apply Registration Key», де у наступному діалоговому вікні вказати отриманий файл реєстраційного ключа «MorphoXLKey.dat». Після успішної реєстрації і перезавантаження, програма перейде у повнофункціональний режим.

dovgunykigor@gmail.com

Ігор Довгунік, Львів, 2017-2023 р.

Об'єднання Матководів України