До разової спеціалізованої ради ДФ 35.051.098
Львівського національного університету
імені Івана Франка
м. Львів, вул. Університетська, 1

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора сільськогосподарських наук, професора, завідувача кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка
Пиди Світлани Василівни
на дисертацію Макар Орисі Орестівни на тему «Фізіологічні основи продуктивності і якості зерна ярої пшениці», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 09 Біологія зі спеціальності 091 Біологія.

1. Актуальність теми дисертації. Дослідження фізіологічних процесів, що сприяють формуванню високої продуктивності пшениці ярої є актуальною проблемою біології та мають вагоме значення у підвищенні продовольчої безпеки. Оскільки пшениця є однією з найважливіших харчових культур для більшої половини населення світу, кількість якого зростає з кожним роком, то дослідження механізмів формування якісного зерна шляхом біофортифікації сприятиме вирішенню проблем дефіциту продуктів харчування та прихованого голоду.

Важливим аспектом зміни властивостей самої рослини без додаткового внесення мікронутрієнтів у харчові продукти є використання в технологіях вирощування пшениці ендофітних бактерій, які проявляють ріст-стимулювальні властивості, поліпшують умови мінерального живлення рослин, унаслідок солюбілізування, мобілізації та полегшення переміщення необхідних мікроелементів до різних органів, сприяють їх накопиченню у зерні.

Вагомими чинниками, що впливають на продуктивність культурних рослин та якісні показники урожаю є основні фізико-хімічні властивості ґрунтів та їх водний режим, а відтак посухостійкість сортів пшениці ярої видів *Triticum aestivum* L., *Triticum turgidum* subsp. *durum* Desf., *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* з Державного реєстру сортів України та їх здатність

до поглинання й акумулювання в зерні Феруму, Цинку, Купруму, що і було предметом дослідження дисертантки.

Все це свідчить про безсумнівну актуальність дисертаційної роботи Макар Орисі Орестівни, яка присвячена дослідженню фізіологічних основ формування якісного врожаю зерна різних сортів пшениці ярої вітчизняної селекції в умовах польового експерименту за різної біодоступності мікроелементів, із акцентом на посухостійкість і вміст мікроелементів Феруму, Цинку, Купруму; та ідентифікування бактерій-ендофітів у зв'язку із їх потенційним впливом на врожайність та якість зерна, як у фундаментальному, так і прикладному аспектах. Розгляд саме цього питання і надає надзвичайної значимості роботі, оскільки дослідниця піднімає найбільш актуальні загально біологічні проблеми, які гостро стоять як перед сучасною фітофізіологією, так і перед сільськогосподарською практикою.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано згідно напрямків наукової діяльності кафедри фізіології та екології рослин біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка в рамках проекту CRDF «Сталі підходи до збільшення врожайності та харчової цінності пшениці» (OISE 16-62755, 2017-18 pp.) в межах співпраці Львівського національного університету імені Івана Франка та Корнельського Університету (США). Дисертантка частково проводила також дослідження на базі кафедри біології та біотехнології мікроорганізмів Інституту біологічних наук Люблінського католицького університету імені Івана Павла II (Польща) в межах стипендій Visegrad Scholarship «Bacterial endophytes of the spring wheat varieties» (№ 51810815, 2018-19 pp.) та Visegrad Scholarship «Bacterial endophytes of the spring wheat varieties with different micronutrient acquisition ability» (№ 52010505, 2020-21 pp.).

3. Наукова новизна одержаних результатів. Дисертанткою вперше:

–визначено концентрації мікроелементів Fe, Cu, Zn в прапорцевих листках, колосі, зернівках різних сортів пшениці в умовах польових дослідів, на ділянках, які різнились за pH, вмістом органічної речовини та концентрацією доступних форм мікроелементів. Оцінено здатність до транслокації мікроелементів для окремих сортів. Відібрано сорти, здатні накопичувати високі концентрації мікроелементів у зерні за умов різного рівня біодоступності. Ідентифіковано сорти пшениці ярої, що відтворюють високі рівні господарсько-цінних ознак за контрастних погодних умов вирощування. Виявлено сорти із широкою фенотиповою та адаптивною

пластичністю, яка проявляється у підвищенні врожайності, збільшенні концентрації білків та мікроелементів у зерні.

– для дослідних сортів здійснено кореляційний аналіз залежності між врожайністю, її компонентами та здатністю рослин до поглинання та акумулювання в зерні Fe, Cu та Zn.

– виділено бактеріальні ендофіти з зернівок сортів пшениці ярої Оксамит миронівський, Струна миронівська, Дубравка та Голіковська, які мали різну здатність до накопичення мікроелементів. Ізольовано, культивовано та ідентифіковано 20 штамів бактеріальних ендофітів, що належать до родів *Staphylococcus, Pantoea, Sphingobium, Bacillus, Kosakonia, Micrococcus, Kocuria* та Corynebacterium. Ідентифіковані послідовності внесено в базу GenBank під номерами MT302194 – MT302204, MT312840 та OP445710 – OP445717. Проаналізовано ймовірний вплив окремих ізольованих штамів бактерій-ендофітів на врожайність та концентрацію Fe, Cu та Zn в зерні.

– встановлено відмінності у здатності до синтезу ауксин-споріднених сполук IRCs серед культивованих штамів бактеріальних ендофітів, ізольованих із зернівок пшениці.

– проведено метагеномний аналіз бактеріальних ендофітів у тканинах коренів та листків проростків пшениці сортів Оксамит миронівський, Струна миронівська, Дубравка та Голіковська, вирощених в умовах *in vitro*. Ідентифіковано 14 родів бактерій. Доведено існування механізмів вертикальної передачі ендофітних бактерій родів *Staphylococcus*, *Bacillius*.

– ізольовано та ідентифіковано бактеріальні ендофіти з зернівок та тканин проростків плівчастої полби *T. turgidum* subsp. *dicoccum* сорту Голіковська.

Визначено фізико-хімічні властивості ґрунтів дослідних ділянок. Встановлено залежність між pH, вмістом органічної речовини та концентрацією доступних форм Fe, Zn та Cu в ґрунті.

Підтверджено відмінності в реакції на посуху серед 24 сортів пшениці м’якої і твердої української селекції (*Triticum aestivum* L., *T. durum* desf., *T. turgi*dum subsp. *dicoccum*) за показниками водного дефіциту (WD), відносного вмісту води (RWC), водоутримної здатності у перерахунку на масу (EL WLW) і площу (EL WLA) прапорцевих листків рослин в умовах польового експерименту. Встановлено, що сорти МІП Райдужна, Жізель, Голіковська, Сімкода миронівська, Панянка та Тера характеризувались високою посухостійкістю. Показники EL WLW та EL WLA, що характеризують

водоутримну здатність тканин листків, можуть бути рекомендовані як додаткові показники стійкості до водного стресу. RWC як параметр посухостійкості доцільно застосовувати для пшениці твердої, тоді як EL WLA 2–6 год – для пшениці м'якої ярої.

4. Наукове та практичне значення. Результати експериментальних досліджень мають вагоме теоретичне значення оскільки доповнюють сучасні знання про поглинання, транспорт та акумулювання Fe, Zn та Cu різними органами пшениці за росту на ґрунтах з низьким вмістом їх біодоступних форм. У дисертації ґрунтовно висвітлена література з досліджуваної тематики. Наукові положення та висновки дисертанта підтверджуються великим обсягом експериментального матеріалу, його глибоким аналізом, застосуванням сучасних методів досліджень.

Дисертанткою виокремлено сорти пшениці з високою здатністю акумулювати мікроелементи в зерні за низької їх біодоступності в ґрунтах, що має важливе практичне значення. Використання певних штамів бактеріальних ендофітів може сприяти росту та покращенню мінерального живлення пшениці, що в свою чергу покращить харчову цінність зерна. Виділені, ідентифіковані та культивовані штами бактерій-ендофітів можуть бути використані для розробки нової групи біопрепаратів – фітопробіотиків, що є перспективним для майбутніх досліджень. Позитивним є те, що результати досліджень та наукові положення дисертації уже впроваджено у навчальний процес вищої школи при викладанні курсів «Практикум з фізіології рослин», «Живлення рослин», «Біотехнологія рослин».

5. Повнота викладення матеріалу дисертації у наукових публікаціях. Результати рецензованої роботи відображено у публікаціях авторки та широко апробовано на наукових зібраннях. За матеріалами дисертації опубліковано 3 статті: 1 статтю у міжнародному виданні, яке входить до бази Scopus (квартиль Q1), і 2 статті у фаховому журналі категорії Б, з яких одна стаття проіндексована у наукометричній базі Scopus, а також 16 матеріалів і тез доповідей на закордонних, міжнародних і вітчизняних наукових конференціях, форумах та симпозіумах.

6. Структура та зміст дисертації, її завершеність та відповідність встановленим вимогам.

Структура та зміст дисертаційного дослідження О.О. Макар засвідчує, що воно охоплює цілісний процес науково-дослідної роботи, який включає всі її стадії: від ідеї, розробки схеми та методології дослідження, проведення експерименту до широкого впровадження результатів дослідження у

навчальний процес вищої школи. Матеріал дисертаційної роботи, що рецензується викладено на 244 сторінках друкованого тексту за традиційною схемою, включаючи перелік умовних скорочень, вступ, огляд літератури, опис матеріалів, умов і методів дослідження, результати дослідження та їх обговорення, аналіз та узагальнення результатів, висновки, список використаних джерел та 3 додатків. Роботу ілюстровано 14 таблицями і 36 рисунками, які допомагають кращому сприйняттю отриманих авторкою результатів. Варто зазначити про високу якість представлених у роботі рисунків. Перелік використаних джерел налічує 489 найменувань, з них латиною – 456.

У **вступі** дисертантка обґрунтовує вибір теми дослідження, зазначає актуальність проведення системних досліджень, що стосуються вивчення фізіологічних механізмів підтримки необхідної концентрації мікроелементів Fe, Zn та Cu в рослинних тканинах та створення сортів пшениці з підвищеною здатністю до його накопичення в зерні шляхом біофортифікації, вказує на важливість пшениці у забезпеченні населення продуктами харчування і вирішенні проблеми прихованого голоду, участі ендофітних мікроорганізмів у формуванні продуктивності культури та якості зерна. Авторка наводить теми наукових проєктів колективу кафедри фізіології та екології рослин біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, що показує зв’язок дисертаційної роботи з науковими програмами, формулює мету та завдання дослідження, визначає об’єкт, предмет та методи дослідження, висвітлює наукову новизну, практичне значення та інформацію про особистий внесок, публікації, апробацію одержаних результатів, обсяг і структуру дисертації.

В **огляді наукової літератури** дисертанткою наведено інформацію стосовно врожайності, посівних площ і значення пшениці у харчуванні людини та вирішенні продовольчої проблеми населення України й світу. Авторка характеризує білки зерна пшениці, фізіологічне значення мікроелементів Заліза, Цинку та Купруму, ендофітних бактерій і розглядає їх значення як чинників покращення харчової цінності зерна, аналізує особливості поглинання мікроелементів рослинами, посуху та тепловий стрес як фактори зниження врожайності пшениці.

У цілому, глибокий і критичний аналіз сучасної літератури дозволив Макар О.О. логічно обґрунтувати вибір теми дисертаційного дослідження та сформулювати мету і завдання роботи.

У розділі 2 **«Матеріали, умови і методи дослідження»** наведено характеристику 24 генотипів пшениці ярої видів *Triticum aestivum* L., *Triticum turgidum* subsp. *durum* Desf., *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum*. з Державного реєстру сортів придатних для вирощування в Україні, кліматичні умови польових досліджень, методики визначення основних фізико-хімічних показників ґрунту, посівної якості насіння, основних показників водного режиму рослин, загального вмісту білків у зерні, врожайності зерна та структури врожаю, концентрації мікроелементів в рослинному матеріалі, виділення бактеріальних ендофітів з зерна пшениці та бактеріальної ДНК, визначення бактеріальної здатності до синтезу ауксиноподібних сполук, отримання асептичної культури проростків пшениці в умовах *in vitro,* екстрагування та секвенування бактеріальної ДНК, отриманої з рослин *in vitro, с*татистичної обробка результатів.

Особливо хочеться відзначити те, що авторка застосувала сучасні фізіологічні, біохімічні, фізико-хімічні, біотехнологічні, мікробіологічні, молекулярно-генетичні та статистичні методи дослідження. Позитивним, на наш погляд, є детальний опис сучасних методик дослідження.

Експериментальний доробок дисертації розглядається в **третьому розділі.**

У межах **підрозділу 3.1** дисертанткою репрезентовано результати оцінки основних фізико-хімічних характеристик ґрунтів з дослідних ділянок Дмитрів та Д. Лужок, на основі яких зроблено висновок про відмінності у pH, вмісті органічних речовин та концентрації біодоступних рухомих форм Fe, Cu, Zn. Морфометричні показники рослин пшениці ярої за умов вирощування на ґрунтах із різною біодоступністю мікроелементів представлено у **підрозділі 3.2.** Макар О.О. визначено вищі показники висоти пагонів, площі прапорцевих листків та довжини коренів пшениці на чорноземних слаболужних ґрунтах дослідної ділянки Дмитрів. Параметри водного режиму рослин пшениці за умов вирощування на ґрунтах із низькою доступністю мікроелементів охарактеризовано у **підрозділі 3.3**. Орися Орестівна на основі результатів експериментальних досліджень підтвердила дані літератури стосовно відмінностей у реакції на посуху серед сортів пшениці *T. aestivum* і *T. durum,* виявила високі значення показників водного дефіциту для сортів Сімкода миронівська та МІП Райдужна, вищу посухостійкість для сортів пшениці твердої Спадщина та Діана, запропонувала для характеристики стійкості рослин до водного стресу використовувати показники, що характеризують водоутримну здатність

тканин листків як додаткові. Варто зазначити, що використання двокомпонентного biplot аналізу дозволило підтвердити встановлену високу посухостійкість сорту МІП Райдужна.

Якісні та кількісні показники структури врожаю пшениці ярої за умов вирощування на ґрунтах із різними фізико-хімічними характеристиками наведено у **підрозділі 3.4.** У межах підрозділу проаналізовано показники енергії проростання, схожості та вмісту води у насінні досліджуваних сортів ярої пшениці, вирощеної на ґрунтах із різною біодоступністю мікроелементів ділянок Дмитрів та Д. Лужок, загального вмісту білків у зерні, врожайності та структури врожаю, концентрації мікроелементів Zn, Fe, Cu в прапорцевих листках, колосі, зерні та зародках пшениці за різних умов ґрунтового живлення.

Особливої уваги заслуговують: проведений дисертанткою кореляційний аналіз між концентраціями Zn, Fe, Cu в органах пшениці (прапорцевий листок, колос, зерно) та їх доступними формами в ґрунтах; розрахований коефіцієнт біологічного накопичення зазначених вище мікроелементів; оцінка врожайності з урахуванням вмісту мікроелементів на дослідних ділянках Дмитрів і Д. Лужок; кластерний аналіз 24 сортів пшениці ярої за врожайністю, елементами її структури та концентрацією мікроелементів Fe, Cu, Zn у прапорцевому листку, колосі та зерні для обох дослідних ділянок для відбору сортів з різних кластерів для подальших досліджень; кореляційний аналіз між вмістом білків у зерні, площею прапорцевого листка, масою 1000 зерен, кількістю зерен у колосі, висотою колоса, врожайністю зерна, концентрацією Fe, Zn, Cu в зерні та їх доступними формами в ґрунті, вмістом органічної речовини ґрунту та pH ґрунту для сортів різних кластерів Оксамит миронівський, Дубравка (2-й), Струна миронівська (1-й) та полба Голіковська (4-й), які різнились здатністю акумулювати Fe, Zn та Cu за умов дефіциту їх доступних форм в ґрунті; розрахований фактор транслокації для встановлення ефективності переміщення мікроелементу між ґрунтом та надземними органами пшениці.

Підрозділ 3.5. «Бактеріальні ендофіти пшениці ярої та їх ймовірна роль у засвоєнні Fe, Cu та Zn рослинами за низької біодоступності цих елементів у ґрунті» присвячений дослідженню складу бактеріальних ендофітів у зерні та ендофітного мікробіому тканин проростків *in vitro* чотирьох сортів Оксамит миронівський, Дубравка, Струна миронівська та полба Голіковська пшениці ярої української селекції, які різнилися здатністю до поглинання мікроелементів. На основі застосування мікробіологічних

методів дисертантка виділила із зерна пшениці зазначених вище сортів 34 (врожай 2017 р.) та 19 (врожай 2018р.) мікробних ізолятів, які культивувала, згрупувала за морфологічними ознаками колоній і використовуючи систему BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) та базу даних NCBI (National Center for Biotechnology Information), ідентифікувала до родів (*Staphylococcus*, *Pantoea*, *Sphingobium*, *Bacillus*, *Kosakonia*, *Micrococcus*, *Kocuria* та *Corynebacterium*). 20-ти ізолятам присвоєно номер GenBank, NCBI. За результатами філегенетичного аналізу нуклеотидних послідовностей гену 16S рРНК досліджуваних штамів ендофітних бактерій зерна пшениці ярої дисертантка побудувала філогенетичне дерево.

Крім цього, авторка провела метагеномний аналіз бактеріальних ендофітів рослин пшениці в умовах *in vitro,* в результаті якого з тканин листків та коренів чотирьох сортів пшениці ярої ідентифіковано бактерії, які належали до 14 родів: *Propionibacterium, Bacillus, Staphylococcus, Lactobacillus, Leuconostoc, Streptococcus, Veillonella, Bradyrhizobium, Paracoccus, Variovorax, Oxalobacter, Enterobacter, Erwinia* та *Acinetobacter.*

Варто зазначити, що новим підходом у дослідженні є встановлення взаємозв'язків між концентрацією мікроелементів в зерні та зародках зерна пшениці польового досліду, врожайністю культури та штамовою різноманітністю ізолятів коренів та листків рослин пшениці в умовах *in vitro.*

Макар О.О. встановила здатність ідентифікованих штамів бактерій до синтезу ауксиноподібних речовин під час росту *in vitro* в присутності L-триптофану і визначила їх концентрацію в рідкому культуральному середовищі впродовж 24-168 годин.

Розділ 3 є дуже інформативним, перенасичений результатами експериментальних досліджень, які представлено у формі дуже якісно виконаних рисунків. Дисертантка дуже добре володіє сучасними методами статистики, які підтверджують достовірність експериментальних досліджень та сприяють формуванню узагальнень та висновків.

У **розділі 4** авторка узагальнює, спираючись на літературні джерела, результати лабораторних та польових дослідів і логічно підводить підсумок експериментальних досліджень. Особливої уваги заслуговують узагальнюючі рисунки-схеми, які представлено в зазначеному вище розділі і їх інтерпретація.

Висновки, відповідають меті і завданням дисертації та обґрунтовані експериментальним матеріалом. Позитивним є те, що авторка не тільки чітко висвітлює наукову новизну одержаних результатів і можливості їх

практичного застосування, але й накреслює перспективи для майбутніх досліджень стосовно застосування ідентифікованих ендофітних бактерій як інокулянтів рослин для агроекосистем із дефіцитом поживних речовин.

Матеріали, вміщені в додатках, підтверджують практичне значення одержаних результатів та розширюють відомості про результати експериментальних досліджень. Список використаних літературних джерел, а також посилання на них у тексті дисертації зроблено з дотриманням вимог.

6. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків сформульованих у дисертації. Залучення вітчизняних і зарубіжних наукових публікацій з досліджуваної тематики дозволило авторці всебічно проаналізувати та обговорити отримані результати. Виклад основного матеріалу дисертації логічний і послідовний та відзначається високим науково-теоретичним рівнем. Подані у дисертації підсумки до підрозділів та розділів, висновки обґрунтовані великим масивом результатів проведених експериментальних досліджень і носять об'єктивний характер, оскільки дуже добре статистично опрацьовані. Авторка використала програмне забезпечення Microsoft Excel 2013, Statistica 12 та Past 4.03. Вірогідність статистичної значущості відмінностей між груповими середніми оцінено на основі однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Для перевірки достовірності різниці даних використано t-критерій Стьюдента та односторонній дисперсійний аналіз тест Тьюкі. Для досягнення мети та вирішення поставлених завдань застосовувалися адекватні та сучасні методи досліджень.

Польові досліди закладали у три- (72 дослідні ділянки, Д. Лужок) та чотириразовому (96 дослідних ділянок, Дмитрів) повтореннях. Кожен дослід проводили у 3-разовому повторенні і відтворювали в залежності від експерименту 3-5 разів. Біохімічні аналізи виконували у 3-разовому біологічному повторенні, у 3-5 незалежних дослідженнях.

Анотація у повній мірі відображає зміст роботи та не містить тверджень чи ідей, які не наведено в основному тексті дисертації. Праця написана змістовно, українською літературною мовою, стиль викладення матеріалу науковий.

Критичний аналіз роботи дозволяє говорити про те, що поставлені дослідницькі завдання лог ічно узгоджуються з метою дослідження, відповідають його предмету, а хід їх вирішення послідовно розкрито в тексті дисертаційної роботи.

Дискусійні положення й зауваження щодо змісту та оформлення дисертації.

1. У Вступі при характеристиці методів дослідження варто вказати також, що Ви використовували і мікробіологічні методи, оскільки в дисертаційній роботі 3-го експериментального розділу наведено результати виділення ендофітних бактерій, їх культивування, пересіву на живильні середовища для отримання чистих культур та ідентифікації ізолятів із зерна пшениці ярої.

2. У розділі 2. «Умови, матеріали та методи досліджень» доцільно навести методики визначення морфометричних показників, коефіцієнта біологічного накопичення мікроелементів та фактора транслокації із зазначенням посилання на джерела літератури.

3. На нашу думку потребує пояснення, чим обумовлено застосування добрив перед сівбою у зазначених дозах N 120 кг/га, P_2O_5 10 кг/га та K_2O 29 кг/га, оскільки відомо що на формування 10 ц/га зерна яра пшениця в середньому використовує 35-45 кг Нітрогену, 8-12 кг Фосфору та 17-27 кг Калію; що у ґрунті дослідних ділянок Д. Лужок у 2017 р. вміст Феруму був вищим порівняно з 2018 р. у 13 разів; що показники водного режиму листків визначали лише на рослинах польового досліду ділянок Дмитрів.

4. У межах підрозділу 3.3. не доцільно виділяти підпідрозділ 3.3.1, оскільки він є єдиним, показники кореляційних зав'язків між площею прапорцевого листка та врожайністю подати після репрезентації результатів врожайності зерна.

5. Згідно вимог, що ставляться до дисертаційного дослідження кількість висновків має відповідати кількості поставлених завдань плюс один підсумковий висновок. Проте, здобувачкою на 5 завдань отримано 13 висновків.

6. Не зрозуміло, чому у списку використаних джерел літератури україномовні джерела (власні публікації авторки) наведено після англомовних, а не долучено до початку списку, частину англомовних (власних публікацій авторки) – не розміщено згідно алфавіту.

Проте, вказані зауваження та рекомендації не впливають на високу оцінку та наукову цінність дисертаційного дослідження Орисі Орестівни Макар.

Загальний висновок про відповідність роботи встановленим вимогам. Аналіз дисертації та опублікованих праць дає підстави для висновку про те, що дослідження Макар Орисі Орестівни є завершеним,

цілісним, самостійним. Вважаємо, що дисертаційна робота Макар О.О. «Фізіологічні основи продуктивності і якості зерна ярої пшениці» за змістом, рівнем наукової новизни, практичним значенням та характером висновків відповідає галузі знань 09 Біологія, спеціальності 091 Біологія та сучасним вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертацій», і затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її авторка, Макар Орися Орестівна заслуговує, на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія.

Офіційний опонент:
доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри ботаніки та зоології
Тернопільського національного педагогічного
університету імені Володимира Гнатюка *Світлана ПИДА*