



УДК 582.675.5: 661.162.65/66

**ВПЛИВ СУМІШІ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ОСОБЛИВОСТІ
ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА
ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН МАКУ ОЛІЙНОГО**

Поливаний С.В. к.б.н., доцент

Orcid: 0000-0001-8457-8894

E-mail: stepan.polivaniy@ukr.net

Поливана А.С. к. пед.н.

Orcid: 0000-0002-5019-7989

E-mail: alina.polivana@ukr.net

В умовах польового досліду вивчали вплив суміші трептолему і хлормекватхлориду на морфологічні особливості та накопичення і перерозподіл азоту, фосфору і калію рослинами маку олійного. Встановлено, що обробка рослин маку регуляторами росту призводила до посилення галуження стебла, збільшення кількості, площі та маси листків. Обробка сумішшю препаратів призводила до потовщення основної асиміляційної тканини листка хлоренхіми внаслідок розростання її клітин. Внаслідок цих змін фотосинтетичного апарату суттєво підвищувався донорний потенціал рослин маку олійного. Внаслідок посиленого галуження стебла за дії препаратів закладалася додаткова кількість нових атрагуючих центрів – коробочок. Це призводило до перерозподілу надлишку елементів мінерального живлення в бік формування плодів.

Ключові слова: мак олійний (*Papaver somniferum*), регулятори росту рослин, мезоструктура листків, морфогенез, елементи мінерального живлення, продуктивність.

In the conditions of the field experiment, the effect a complex of treptolem and chlormequat chloride on the morphological features and the accumulation and redistribution of nitrogen, phosphorus and potassium in oil poppy plants are studied. It is established that the treatment of poppy plants with growth regulators caused an increase in the stem branching, an increase in the number, area and mass of leaves. The treatment with a complex of the preparations led to thickening of the basic assimilation tissue of the leaf chlorchyme due to the growth of its cells. As a result of these changes in the photosynthetic apparatus, the donor potential of oil poppy plants was substantially increased. Due to the increased stem branching under the action of preparations, there was an additional number of new attracting centres – pods. This led to the redistribution of elements of inorganic nutrients towards the fruit formation.

Key words: oil poppy (*Papaver somniferum*), plant growth regulators, mesostructure of leaves, morphogenesis, elements of mineral nutrition, productivity

Вивчення закономірностей функціонування донорно-акцепторної системи рослин з метою розробки засобів перерозподілу потоків асимілятів до господарсько-важливих органів є актуальним завданням сучасної фізіології рослин. Оскільки регулятори росту рослин суттєво впливають на морфогенез, з'являється можливість встановити, через які анатомо-морфологічні та фізіологічні зміни посилюється або послаблюється транспорт потоків асимілятів до різних органів і тканин рослини. Такий підхід дозволяє встановити не лише перерозподіл продуктів фотосинтезу між вегетативними та генеративними органами рослини, але й мінеральних елементів між ними при різній швидкості росту.

Разом з тим, інформація щодо перерозподілу азотовмісних сполук між



органами рослин в процесі вегетації за дії регуляторів росту досить суперечлива та розрізнена [11]. Зокрема, за дії хлормекватхлориду підвищувався вміст білкового азоту в листках і стеблах соняшника [14]. Обробка рослин цукрового буряку різними концентраціями паклобутразолу також зумовлювала збільшення вмісту загального азоту в листках та зменшенні загальної кількості азоту в коренеплодах на кінець вегетації [18], а за обробки ріпаку препаратом встановлено, що в період росту стручків вміст білкового азоту в тканинах вегетативних органів зменшувався [13].

Препарати емістим С та агростимулін зумовлювали збільшення вмісту розчинних білків у листках і колосі пшениці [5]. Обробка емістимом С та агростимуліном також збільшує вміст азоту в рослин сої [19]. Разом з тим, емістим С та бетастимулін не впливав або зменшував кількість білкового азоту у листках цукрового буряку [15], рослин люпину та кормових бобових [10].

Таким чином, результати вивчення впливу різних типів регуляторів росту рітгальмуючою та рістстимулюючої дії на вміст азоту у сільськогосподарських культур значною мірою суперечливі, а вплив суміші регуляторів рослин на вміст азоту у рослин маку не вивчався зовсім.

Тому метою нашої роботи було з'ясувати вплив суміші хлормекватхлориду та трептолему на морфогенез рослин маку та накопичення і перерозподілу основних елементів мінерального живлення.

Матеріал і методи досліджень. Досліди проводили на рослинах рекомендованого для зон Лісостепу, Степу та Полісся України маку олійного сорту Беркут у 2012-2014 рр. в умовах Вінницької області. Площі ділянок - 10м², повторність дослідів п'ятикратна, ділянки розміщені рендомізовано. Рослини одноразово обробляли вранці у фазу бутонізації сумішшю водних розчинів 0,5%-го рочину хлормекватхлориду та трептолему (0,035 мл/л) до повного змочування листків за допомогою ранцевого обприскувача ОП-2, контрольні рослини - водопровідною водою.

Хлормекватхлорид (СМС, α -хлоретилтриметиламонійний – хлорид) - [Cl-CH₂-CH₂N(CH₃)₃]+Cl⁻. Це біла кристалічна речовина, що розкладається при температурі 2450С, нерозчинна у вуглеводнях, але розчинна у воді: розчинність становить 74% при 200С. ЛД50 для білих пацюків становить 640 мг/кг, максимальна добова доза для людини – 0,07–0,09 мг. Максимально допустимий рівень препарату в продуктах харчування становить 0,1 – 0,3 мг/кг. Препарат малотоксичний, Антигіберелінова дія цього препарату пов'язана з інгібуванням активності енткаурен-синтази при утворенні копалілпірофосфату з геранілгераніюлдифосфату в процесі синтезу гіберелінів.

Трептолем - комплексний препарат, який є поєднанням синтетичних (комплекс N-оксид 2,6-диметилпіридин з бурштиновою кислотою – 50г/л) й природних регуляторів росту ауксинової, цитокінінової природи (Емістим С - 1,0 г/л), а також амінокислот, вуглеводів та мікроелементів. Препарат рекомендований для застосування на олійних культурах - соняшнику, озимому та ярому ріпаку.



Морфометричні показники визначали кожні 10 днів, починаючи з дня обробки. Для біохімічного аналізу проби фіксували рідким азотом з наступним досушуванням у сушильній шафі при 85°C. Площу листків визначали ваговим методом [4]. Мезоструктурну організацію листка дослідних рослин вивчали на фіксованому матеріалі. Для його консервації застосовували суміш рівних частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1%-го формаліну. Визначення розмірів клітин і окремих тканин здійснювали за допомогою окулярного мікрометра МОВ-1-15х. Для цього використовували часткову мацерацію тканин листка. Як мацеруючий агент було обрано 5%-й розчин оцтової кислоти в 2 моль/л соляної кислоти [8]. Вміст фосфору визначали за утворенням фосфорно-молібденового комплексу, калію – полум'яно-фотометричним методом, загального азоту – методом Кельдаля [9]. Результати досліджень обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми «STATISTICA – 6». В таблицях та рисунках подані середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки [3].

Результати досліджень та їх обговорення. Застосування суміші препаратів у фазу бутонізації призводило до посилення лінійного росту пагонів. При цьому відбувалося достовірне потовщення стебла у дослідному варіанті в порівнянні з контролем, що підвищувало стійкість рослин до полягання та створювало технологічні переваги при зборі урожаю (табл.1).

Таблиця 1

Вплив суміші регуляторів росту на морфометричні показники рослин маку олійного (фаза воскової зрілості)

Показники	Контроль	Суміш препаратів
Висота рослин, см	104,45±1,77	*116,61±1,82
Діаметр стебла, мм	7,89±0,23	*9,26±0,27
Кількість пагонів другого порядку, шт	2,49±0,09	*3,10±0,12
Кількість листків, шт	19,18±0,49	*23,59±0,45
Маса сухої речовини листків, г	4,31±0,19	*5,16±0,17
Площа листків, дм ²	11,47±0,27	*14,12±0,35

Примітки: 1*- різниця достовірна при $P < 0,05$, Суміш препаратів - Трептолем (0,035 мл/л) + ХМХ 05%-й

Формування донорного потенціалу рослини насамперед пов'язане з розвитком листкового апарату [20, 21]. Ключову роль у продуктивності рослин відіграє фотосинтетична активність, яка значною мірою визначається площею листкової поверхні, кількістю і масою листків, мезоструктурною організацією листка [6]. Отримані результати дослідження свідчать, що відмічалася суттєва різниця у кількості листків, їх площі і масі між рослинами дослідних і контрольних варіантів (табл. 1). За дії препаратів в період формування і росту коробочок ці показники були більш високими у порівнянні з контролем, що свідчить про формування більш потужного донорного потенціалу фотосинтетичного апарату. Нами встановлено, що зростання загальної площі, кількості та маси листків у рослин дослідних варіантів зумовлені збільшенням кількості пагонів другого порядку в



порівнянні з контролем.

Проте, урожайність рослин залежить не лише від площі листкової поверхні, але значною мірою від особливостей внутрішньої будови листка, які в науковій літературі називають «мезоструктурою». Як видно з отриманих результатів, за дії суміші препаратів відбувалося достовірне зменшення показника питомої маси листків.

Аналіз мезоструктурної організації листків маку оброблених регуляторами росту, свідчить про істотне зростання товщини листків у всіх дослідних варіантах за рахунок розростання асиміляційної паренхіми (хлоренхіми) - ключової фотосинтетичної тканини листків. Потовщення шару хлоренхіми відбувалося за рахунок кращого розвитку її клітин, лінійні розміри яких за дії суміші препаратів зростали у порівнянні з контролем (Табл. 2).

Таблиця 2

**Вплив суміші регуляторів росту на мезоструктуру рослин маку олійного
(фаза молочної зрілості)**

Показники	Контроль	Суміш препаратів
Маса одиниці площі листка г/дм ²	0,31±0,013	*0,263±0,011
Товщина листка, мкм	233,3±5,91	*289,09±5,49
Товщина хлоренхіми, мкм	127,5±2,93	*177,21±2,37
Довжина клітин хлоренхіми, мкм	43,7±0,92	*54,5±1,13
Ширина клітин хлоренхіми, мкм	22,9±0,84	*35,4±0,76
Вміст суми хлорофілів (а+в), % на масу сирової речовини	0,22±0,002	*0,26±0,003

Примітки: 1* - різниця достовірна при P < 0,05, Суміш препаратів - Трептолем (0,035 мл/л) + ХМХ 05%-й

При цьому слід відмітити, що чітка диференціація асиміляційної паренхіми (хлоренхіми) на стовпчасту та губчасту у рослин маку олійного відсутня. Збільшення парціальної частки хлоренхіми в загальній структурі листків внаслідок формування більших за розмірами асиміляційних клітин за дії препаратів є позитивним чинником, який впливає на вміст пігментів та фотосинтетичні процеси. Отримані нами дані свідчать також, що застосовані препарати суттєво збільшують вміст хлорофілів в листках маку.

Враховуючи зростання показників кількості і площі листків по варіантах дослідів, підвищення вмісту хлорофілів, оптимізацію мезоструктури можна констатувати, що під впливом суміші препаратів створюються найбільш оптимальні передумови для оптимізації продукційного процесу рослин маку олійного.

Отже, за дії комплексу хлормекватхлориду та трептолему формується більш потужна донорна сфера, ніж у контролі та роздільному застосуванні препаратів [22, 23]. Наслідком таких анатомо-морфологічних і фізіологічних змін донорно-акцепторної системи було посилене утворення неструктурних вуглеводів і накопичення їх у листках та коренях рослин маку (Рисунок 1).

Звертає на себе увагу той факт, що протягом всього онтогенезу вміст неструктурних вуглеводів в коренях був достатньо високим. На нашу думку, це



свідчить про значні депонувальні можливості цього вегетативного органу.

Використання регуляторів росту призводить до формування надлишкового вмісту вуглеводів і в листках у порівнянні з контролем. Надлишок цукрів в вегетативних органах оброблених рослин, створює резерв асимілятів, який використовується на потреби карпогенезу (рис. 1).

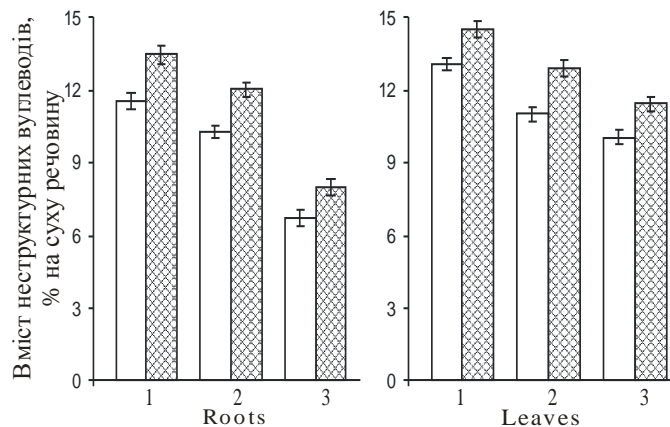


Рисунок 1. Зміна вмісту неструктурних вуглеводів у листках та коренях рослин маку олійного за дії суміші регуляторів росту: □ – контроль, ▨ – суміш трептолему (0,035мл/л) та 0,5%-го хлормекватхлориду. Час відбору проб: 1, 2, 3 – 10, 20, 30-та доба після бробки .

В літературі є достатньо даних про те, що існує чітка залежність між інтенсивністю росту, фотосинтезу, дихання та азотним живленням рослин [7]. Дані щодо впливу регуляторів росту на вміст азоту в олійних культурах є поодинокими [13, 14].

Використання регуляторів росту на рослинах маку призводило до зменшення вмісту загального азоту в коренях і листках як в контролі, так і в рослин дослідних варіантів (Табл. 2).

Таблиця 2

Вплив регуляторів росту на вміст елементів мінерального живлення у вегетативних органах рослин маку олійного

Стадія вегетації	Орган рослини	Контроль	Суміш препаратів
Вміст загального азоту, % на суху речовину			
Фаза цвітіння	Корінці	1,64±0,015	*1,59±0,01
	Листки	3,89±0,04	*3,77±0,003
Фаза воскової зрілості	Корінці	1,38±0,015	*1,33±0,005
	Листки	3,58±0,03	*3,06±0,003
Фаза воскової стиглості	Корінці	1,29±0,03	1,24±0,03
	Листки	2,96±0,025	*2,67±0,00
Вміст фосфору мг/г сухої речовини			
Фаза цвітіння	Корінці	5,61±0,10	5,63±0,09
	Листки	7,65±0,15	*6,33±0,14
Фаза воскової зрілості	Корінці	4,38±0,09	*4,9±0,08
	Листки	8,13±0,13	*7,56±0,07
Фаза воскової стиглості	Корінці	3,75±0,01	*3,28±0,01
	Листки	9,23±0,16	*8,65±0,11



Вміст калію мг/г сухої речовини			
Фаза цвітіння	Корінці	13,82±0,11	*14,41±0,09
	Листки	15,59±0,14	*14,61±0,11
Фаза воскової зрілості	Корінці	12,11±0,11	*11,39±0,13
	Листки	13,61±0,23	*10,64±0,12
Фаза воскової стиглості	Корінці	10,73±0,13	*9,28±0,12
	Листки	10,01±0,25	*9,32±0,18

Примітки: 1. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$; Суміш пкерепаратів - Трептолем (0,035 мл/л) + ХМХ 05%-й

Максимальна кількість азотовмісних речовин у листках і коренях відмічалася на початкових етапах дослідження, при цьому загальний вміст азоту у листках був значно вищим, ніж коренях. До кінця вегетації вміст азоту у тканинах вегетативних органів суттєво зменшувався. Аналіз літературних даних свідчить про вплив регуляторів росту на вміст елементів мінерального живлення (фосфору та калію) в вегетативних органах рослин. Застосування хлормекватхлориду спричинювало зниження вмісту фосфору в листках цукрового буряка і коренеплодах та одночасного зростання вмісту калію відповідно [2]. При застосуванні триазолпохідного препарату паклобутразолу на рослинах картоплі спостерігалось зростання вмісту калію на початку періоду вегетації і зменшення їх вмісту наприкінці [16], використання препарату на рослинах ріпаку не викликала змін у вмісті калію в листках [Рогач мон].

Під впливом стимулятора росту трептолему відмічалось зниження вмісту азоту у листках і стеблах порівняно з контролем [7].

Аналіз отриманих результатів свідчить, про зростання вмісту фосфору в листках на протязі вегетації в рослин маку контрольного і дослідного варіанту, що свідчить про важливу роль цього елемента в фотосинтетичних процесах в період формування і росту плодів. При цьому, на кінець вегетації вміст фосфору був більш нижчим в дослідному варіанті проти контролю (Табл. 3). Вміст фосфору в коренях маку зменшується на протязі вегетації в усіх варіантах дослідження. На нашу думку, це пояснюється посиленням відтоком даного елемента до плодів, які в цей час інтенсивно формуються.

Загальновідомою є роль калію в регуляції ростових процесів, транспорту асимілятів до репродуктивних органів. З'ясовано також, що низьке забезпечення рослин олійних культур цим елементом суттєво гальмує синтез ліпідів [1].

Нами також встановлено, що за дії регуляторів росту відмічалось зменшення концентрації калію у листках відносно контролю. Аналогічна тенденція прослідковується для коренів, вміст калію був нижчим ніж в контролі в усіх варіантах дослідження на протязі всього періоду вегетації (Табл. 3). На кінець вегетації вміст елемента як в листках, так і в коренях зменшувався. Що, очевидно, пов'язано з посиленням відтоку елемента до генеративних органів, які формуються.

Відомо, що надходження та перерозподіл основних елементів мінерального



живлення та підтримання їх певного балансу під дією регуляторів росту рослин сприяє покращенню продуктивності культур [7, 12, 16]. Зміни в балансі фізіологічно активних речовин та функціонуванні системи джерело асимілятів – стік призводили до більш активного потоку пластичних речовин в бік генеративних органів - коробочок, що зумовлювало зростання врожайності маку олійного. Так за дії суміші препаратів цей показник склав $10,51 \pm 0,26^*$ (ц/га) відносно $8,4 \pm 0,25$ (ц/га) у варіанті без обробки.

Вплив суміші препаратів проявився у змінах структури врожаю. Так, в умовах дрібноділянкового досліду одночасно з кількістю коробочок зростала маса тисячі насінин і маса насіння в коробочці (Рис. 2.).

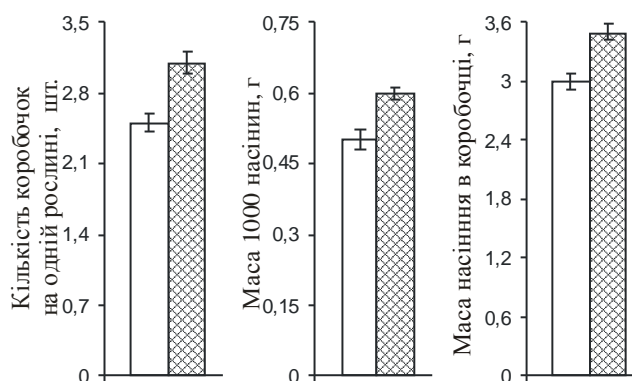


Рисунок. 2. Вплив суміші препаратів на структуру урожаю маку олійного: □ – контроль, ▨ – суміш трептолему (0,035мл/л) та 0,5%-го хлормекватхлориду.

Висновки. Застосування суміші регуляторів росту фази бутонізації призводить до підвищення продуктивності культури маку олійного. За дії суміші препаратів відбувається корекція донорно-акцепторних відносин в рослині, яка реалізується через перерозподіл асимілятів з вегетативних органів на потреби карпогенезу. Підвищення висоти рослин під впливом суміші трептолему та хлормекватхлориду призводило до інтенсивного галуження стебла, формування більшої кількості листків, листкової поверхні, оптимізації мезоструктури листків. Формування більш потужної акцепторної сфери пов'язане з посиленням галуження стебла і, відповідно, закладкою більшої кількості плодів – основних акцепторів асимілятів в другу половину вегетації. Збільшення навантаження рослини плодами у рослин дослідних варіантів визначало і більш інтенсивний потік до них азотовмісних сполук та елементів живлення, що в підсумку і забезпечило зростання урожаю насіння.

Література

1. Верещагин А. Г. Шестнадцатый Международный симпозиум по липидам растений (1-4 июня 2004 г., Будапешт, Венгрия) / А. Г. Верещагин // Физиология растений. – 2005. – Т. 52, № 3. – С. 467-474.
2. Гуляев Б. И. Влияние хлормекватхлориде та эстерону на засвоение цукровим буряком елементів мінерального живлення / Б. И. Гуляев, А. Б. Карлова, Д. А. Кірізії // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Т. 39. – № 5. – С. 401-408.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.
4. Казаков С.О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / С.О. Казаков. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с.



5. Колісник А. В. Вплив N-оксидів піридину (івіну і триману) та кінетину на азотний метаболізм пшениці / А. В. Колісник, М. В. Драга, С. А. Шумік, М. М. Мусієнко // Физиология и биохимия культ. растений. – 2000. – Т. 32. – № 5. – С. 394-400.
6. Кур'ята В. Г. Ретарданты — модификаторы гормонального статусу рослин / Кур'ята, В. Г. // Физиология рослин: проблеми та перспективи розвитку. Київ. — 2009. — Т. 1. — С. 565—589.
7. Кур'ята В. Г. Физиолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур : дис. ... доктора біол. наук : 03.00.12 / Кур'ята Володимир Григорович. – К., 1999. – 318 с.
8. Кур'ята В. Г. Действие ретардантов на мезоструктуру листьев малины / В. Г. Кур'ята // Физиология и биохимия культ. растений. – 1998. – Т. 30. – № 2. – С. 144-149.
9. Методы биохимического исследования растений / [А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др.]; под ред. А. И. Ермакова. – [3-е изд., перераб., доп.]. – Л. : Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
10. Персикова Т. Ф. Продуктивность люпина узколистого в условиях Беларуси / Т. Ф. Персикова, А. Р. Цыганов, А. В. Какшинцев. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 179 с.
11. Прусакова Л. Д. Синтетические регуляторы онтогенеза растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений ; под ред. Н. И. Якушкиной. – М. – № 2. – 1990. – С. 84-124.
12. Рогач В. В. Дія ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих щирних кислот олії ріпаку / В.В. Рогач, В.Г. Кур'ята, С.В. Поливаний. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – 156 с.
13. Рогач В.В. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії хлормекватхлориду / В.В. Рогач // Агробіологія – 2010. – Випуск 4 (80). – С.45-50.
14. Рогач Т. І. Накопичення та перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин соняшника в онтогенезі за дії хлормекватхлориду / Рогач Т. І., Кур'ята В. Г. // Зб. наук. праць ВНАУ. – 2011. – № 8 (48). – С. 49-54.
15. Сакало В. Д. Регуляция эмистимом С и бетастимулином метаболизма сахарозы и продуктивности сахарной свеклы / В. Д. Сакало, С. П. Пономаренко, В. М. Курчий // Агрохимия. – 2001. – № 10. – С. 49-55.
16. Ткачук О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі: монографія / О. О. Ткачук, В. Г. Кур'ята. – Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 152 с.
17. Ходаніцька, О. О. Вплив регуляторів росту на вміст азоту, фосфору та калію у рослинах льону олійного / О. О. Ходаніцька, В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія / редкол.: М. М. Барна, К. С. Волков, В. В. Грубінко [та ін.]. – Тернопіль : ТНПУ, 2013. – Вип. 3 (56). – С. 102–108. – Бібліогр. в кінці ст.
18. Шевчук О. А. Накопичення та перерозподіл елементів мінерального живлення у вегетативних органах рослин цукрового буряка за дії ретардантів / О. А. Шевчук, В. Г. Кур'ята // Збірник наукових праць ВДАУ. – Вінниця, 2007. – вип. 32. – С. 18-26.
19. Шляхи регулювання функцій мікробних угруповань ґрунту в аспекті біологізації землеробства і стійкого розвитку агроecosystem / Г. О. Іутинська // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. – Чернівці. – 2006. – Вип. 3. – С. 7-18.
20. Carvalho M. E. A. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower / M. E. A. Carvalho, C. P. R. Castro // Comunicata Scientiae. — 2016. — 7 (1). — P. 154—164.
21. Kasem M. M. Studying the Influence of Some Growth Retardants as a Chemical Mower on Ryegrass (*Lolium perenne* L.) / M. M. Kasem, // Journal of Plant Sciences. — 2015. — 3 (5). — P. 255—258.
22. Kuryata, V.G. , Polyvaniy, S.V. (2018). Features of morphogenesis, donor-acceptor system formation and efficiency of crop production under chlormequat chloride treatment on poppy oil. Ukrainian Journal of Ecology, 8(4), 165-174.
23. Kuryata, V.G. , Polyvaniy, S.V. (2018). Formation and functioning of source-sink relation system of oil poppy plants under treptolem treatment in connection with productivity of crop. Ukrainian Journal of Ecology, 8(1), 11-20. DOI: http://dx.doi.org/10.15421/2018_182