



УДК 581.1:[661.162.65:582.991.131]

**ДИНАМІКА ПЕРЕРЕЗПОДІЛУ ФОСФОРУ ТА РІЗНИХ ФОРМ АЗОТУ
МІЖ ОРГАНАМИ РОСЛИН СОНЯШНИКУ ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ**

Т.І. Рогач, к.с.-г.н., ст. викладач

E-mail: rogachv@ukr.net

В статті розглядаються особливості накопичення та перерозподілу азоту та фосфору між органами рослин соняшнику в онтогенезі під впливом трептолему, хлормекватхлориду та їх суміші. За обробки соняшнику регуляторами росту посилювався гідроліз білків у вегетативних органах і відтік білкової форми азоту до плодів. Хлормекватхлорид та його суміш із трептолемом сприяли накопиченню фосфору у насінні. Більш ефективним було застосування ретарданту та його суміші із стимулятором росту.

Ключові слова: соняшник, ретардант, стимулятор росту, білковий азот, загальний азот, фосфор, урожайність.

The features of accumulation and redistribution of nitrogen and phosphorus between organs of sunflower plants in ontogeny under the influence of treptolem, chlormequat chloride and their mixtures are considered in the article. Protein hydrolysis was enhanced in the vegetative organs and the outflow of the protein form of nitrogen to the fruit due treatment of sunflower by growth regulators. Chlormequat chloride and its mixture with treptolem promoted the accumulation of phosphorus in the seeds. The use of retardant and its mixture with a growth promoter was more effective.

Key words: sunflower, retardant, growth stimulator, protein nitrogen, total nitrogen, phosphorus, productivity.

Вступ. Одним з основних напрямків вирішення завдання стосовно одержання стабільних і високих врожаїв у світовому рослинництві є використання інтенсивних технологій із застосуванням регуляторів росту синтетичного чи природного походження. Ці препарати стали важливою складовою комплексу заходів, що зменшують витрати ручної праці й забезпечують механізацію догляду та збирання продукції, стабільний урожай і його високу якість [2, 22, 54, 58]. Серед відомих рістрегуляторів найбільше значення у сільськогосподарському виробництві мають ретарданти – синтетичні інгібітори росту рослин з антигібереліновим механізмом дії [7, 17, 21, 24, 28, 46, 48]. Хоча ці препарати і різні за хімічною будовою, для них характерний однаковий ефект впливу на рослинний організм. Зокрема, вони призводять до уповільнення росту рослини, завдяки гальмуванню поділу та розтягування клітин [3, 13, 47], потовщення і галуження стебла [51, 53], збільшення площі листової поверхні [51], оптимізації фотосинтетичних та біохімічних процесів [4, 9, 11, 28, 57, 59, 60].

Останнім часом великого значення надають розробці технологій вирощування сільськогосподарських культур із використанням нових елементів, якими в екологічному землеробстві є стимулятори росту і розвитку рослин, і переважно природного походження [1, 6, 37, 40, 49], а також композиційні суміші різних препаратів [5, 14, 30, 32, 39, 52]. Сучасні біостимулятори росту – це синтетичні й природні органічні речовини, яким притаманна значна біологічна активність і які зумовлюють зміни фізіологічних і біологічних процесів під час росту, розвитку й



формування продуктивності рослин [43, 56], вони ефективно стимулюють ріст й розвиток різних сільськогосподарських культур [25, 30]. Вони сприяють збільшенню енергії проростання і польової схожості насіння [44, 55], створенню міцної кореневої системи і розвиненої листкової поверхні [49], підвищують стійкість рослин до хвороб та стресових впливів, збільшують врожайність та поліпшують якість одержаної продукції [36, 38, 49].

Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту обумовлене змінами у донорно-акцепторній системі рослини. Зокрема, відбувається перерозподіл потоків новосинтезованих пластичних речовин до господарсько важливих тканин та органів [19, 20]. У науковій літературі міститься достатня кількість даних щодо особливостей накопичення та перерозподілу різних форм вуглеводів – цукрів та крохмалю, між органами сільськогосподарських культур [10, 12, 26, 37]. Однак, кількість літературних джерел, що містили б інформацію про особливості динаміки елементів живлення в онтогенезі рослин за впливу регуляторів росту, є вкрай обмеженою [27, 50].

У зв'язку з цим, метою нашої роботи було дослідити перерозподіл фосфору та різних форм азоту між вегетативними та генеративними органами соняшнику під впливом трептолему, хлормекватхлориду та їх суміші.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в польових умовах на посівах соняшнику сорту Чумак Вінницької ДСГДС Інституту кормів НААН України у 2006-2008 рр. Обробку за допомогою ранцевого обприскувача ОП-2 здійснювали 0,25%-м водним розчином хлормекватхлориду, трептолемом в концентрації 10 мл/га та сумішшю цих регуляторів росту, коли у 50% рослин були сформовані 10-12 справжніх листків. Контролем були рослини, оброблені водопровідною водою.

Площа облікових ділянок – 10 м², повторність досліду п'ятикратна. Матеріал для біохімічного аналізу відбирали кожні 15 діб, починаючи з дня обробки. Матеріал фіксували рідким азотом з подальшим досушуванням у сушильній шафі при температурі 85⁰С. Вміст різних форм азоту визначали методом Кьельдаля, а фосфору – за утворенням фосфорно-молібденового комплексу [23].

Роки досліджень відрізнялися за погодними умовами, які в загальному забезпечили нормальний ріст і розвиток рослин. Хоча можна відмітити, що найбільш посушливим, особливо на початку вегетації соняшнику, був 2007 р. Кількість опадів у вересні 2008 р. перевищила багаторічний показник втричі при зниженні на 0,3⁰С середньодобової температури, що стало передумовою продовження періоду досягання насіння соняшнику.

Одержані матеріали оброблено статистично за допомогою комп'ютерної програми "STATISTICA-6.0". На графіках і в таблицях представлено середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

Результати та обговорення. У наших попередніх роботах зазначалось, що трептолем, хлормекватхлорид та їх суміш зумовлювали зміни у морфогенезі рослин



соняшнику та підвищували урожайність культури [18, 31, 33, 35]. Це пояснюється перерозподілом пластичних речовин між донорними та акцепторними органами рослини. З літературних джерел відомо, що регулятори росту також зумовлюють зміни у накопиченні елементів живлення – азоту, фосфору, калію [16, 21, 29, 41, 45].

Результати наших досліджень свідчать, що максимальний вміст різних форм азоту спостерігався у листках та насінні, а найменший – у стеблах рослин соняшника як у контролі, так і у досліді по роках дослідження. В усіх варіантах дослідження впродовж трьох вегетаційних періодів відбувався відтік різних форм азоту від стебел, листків та кошиків з наступним його накопиченням у насінні.

Нами встановлено, що регулятори росту незалежно від напрямку їх дії, а також суміш різнонаправлених рістрегулюючих препаратів уповільнювали відтік білкової та небілкової форм азоту від стебел рослин соняшника практично впродовж усього вегетаційного періоду в типових умовах вегетації 2006 р. та за посушливих умов 2007 р. (рис. 1, 2). Найбільш чітко така тенденція спостерігалася у другій половині вегетації. В цілому, на кінець періоду досліджень вміст загального та білкового азоту за дії хлормекватхлориду, трептолему і їх суміші був вищим ніж у контролі відповідно на 10-40%, 7-14%, 9-15% та 13-14% і 2-30% та 7-8%.

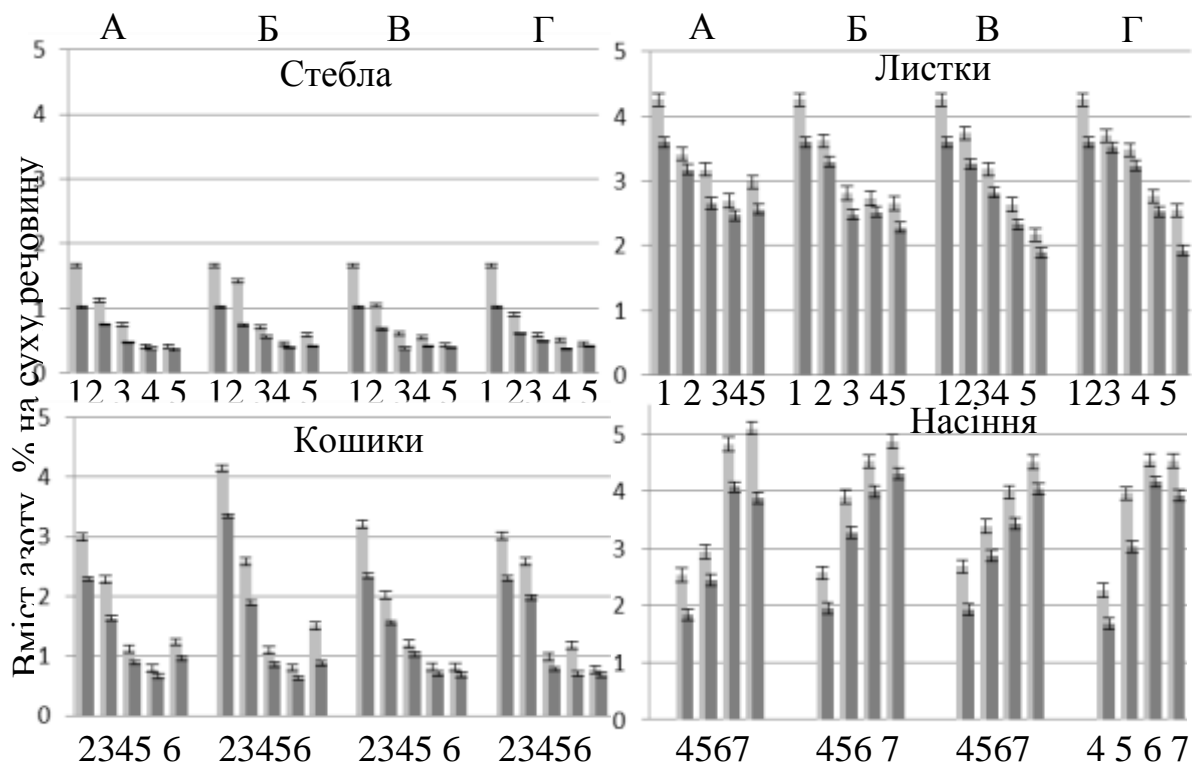


Рис. 1. Вплив регуляторів росту на динаміку перерозподілу азоту між надземними органами рослин соняшнику сорту Чумаку у 2006р.

А - контроль; Б - хлормекватхлорид; В - суміш препаратів; Г – трептолем

■ - загальний азот; ■ - білковий азот; 1 – день обробки; 2-6 – 15-, 30-, 45-, 60-, 75-а доба після обробки; 7 – стигле насіння

За вологих умов росту та розвитку 2008 р. препарати уповільнювали відтік загального азоту із стебел та посилювали відтік білкового азоту, особливо у другій



половині вегетаційного періоду, за дії хлормекватхлориду та його суміші із трептолемом (рис. 3). Після застосування трептолему у 2008 р. відтік білкового азоту від надземного осьового вегетативного органу був близьким до контролю. Зокрема, на кінець вегетації вміст білкового азоту після обробки хлормекватхлоридом, трептолемом та їх сумішшю був меншим ніж у контролі на 15, 3 і 10% відповідно.

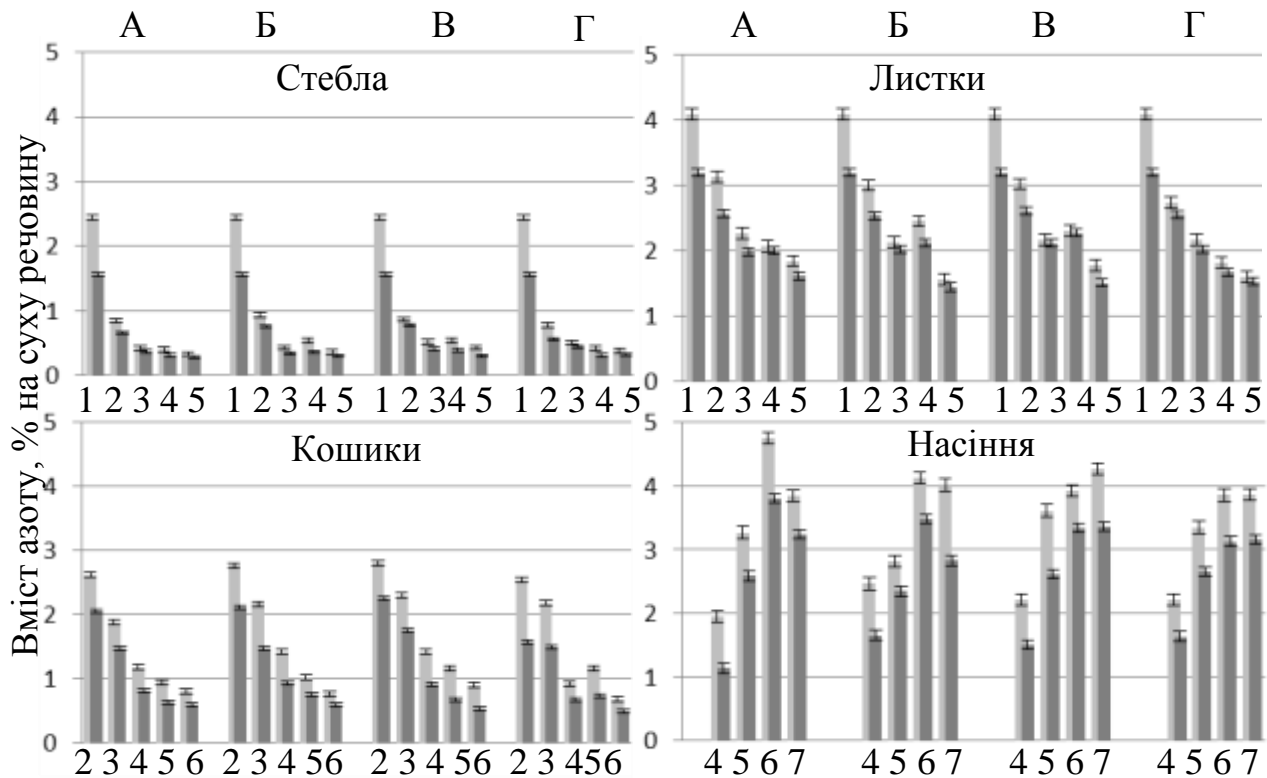


Рис. 2. Вплив регуляторів росту на динаміку перерозподілу азоту між надземними органами рослин соняшника сорту Чумаку у 2007р.

А - контроль; Б - хлормекватхлорид; В - суміш препаратів; Г - трептолем

■ - загальний азот; ■ - білковий азот; 1 - день обробки; 2-6 - 15-, 30-, 45-, 60-, 75-а доба після обробки; 7 - стигле насіння

Регулятори росту уповільнювали відтік небілкового азоту від стебел рослин соняшника. Найбільш суттєво гальмували цей процес ретардант хлормекватхлорид та його суміш із трептолемом.

Уповільнення відтоку різних форм азоту за обробки регуляторами росту незалежно від напрямку їх дії може свідчити про посилення депонувальної функції стебла, з можливістю наступного більш інтенсивного використання запасів важливого елемента для росту та розвитку рослини, особливо після появи основних атрагуючих центрів – генеративних органів – квіток та плодів [8, 15].

Аналіз вмісту різних форм азоту у листках свідчить, що регулятори росту сприяли накопиченню різних форм азоту в першій половині вегетаційного періоду та посилювали його відтік у другій половині вегетації. Зокрема, на кінець періоду досліджень вміст загального та білкового азоту за дії хлормекватхлориду, трептолему і їх суміші був нижчим контролю відповідно на 11-15% та 10-11%, 13-19% та 6-25% і 3-27% та 7-26% (рис. 1-3)

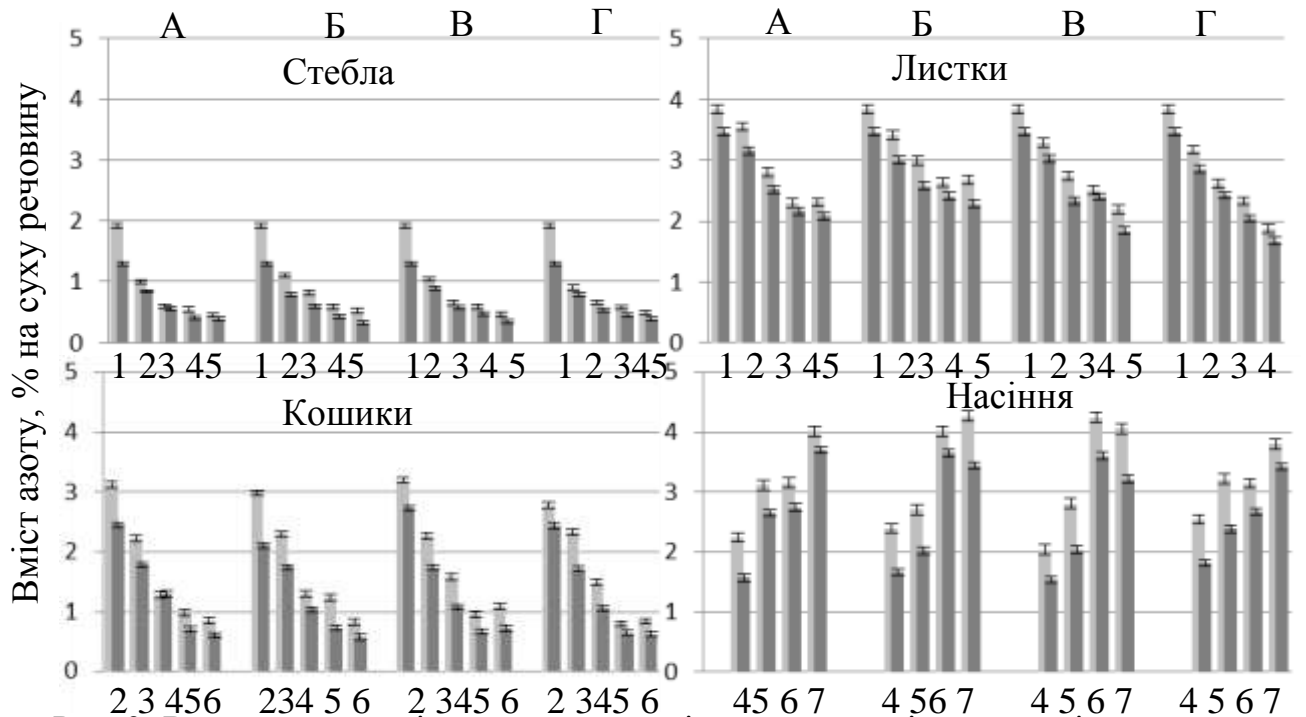


Рис. 3. Вплив регуляторів росту на динаміку перерозподілу азоту між надземними органами рослин соняшника сорту Чумаку у 2008 р.

А - контроль; Б - хлормекватхлорид; В - суміш препаратів; Г – трептолем

■ - загальний азот; ■ - білковий азот; 1 – день обробки; 2-6 – 15-, 30-, 45-, 60-, 75-а доба після обробки; 7 – стигле насіння

Лише за обробки інгібітором росту у вологих вегетаційних умовах 2008 р. спостерігалось уповільнення відтоку як загального, так і білкового азоту впродовж усього вегетаційного періоду. Зокрема, на кінець досліджуваного періоду вміст загального та білкового азоту у листках за його впливу перевищував контрольні показники на 16 та 10% відповідно.

Встановлено, що в оптимальних та посушливих умовах вегетації регулятори росту посилювали відтік небілкового азоту з листя, а за вологих, навпаки, уповільнювали у порівнянні з контролем.

Накопичення білкового азоту у листках за дії регуляторів росту може сприяти формуванню потужнішого фотосинтетичного апарату за рахунок збільшення вмісту ферментів фотосинтезу з наступним зростанням концентрації суми хлорофілів та пришвидшенням проходження фотосинтетичних реакцій. Як наслідок, це сприятиме кращому забезпеченню дослідних рослин асимілятами і обумовлюватиме підвищення продуктивності культури. Власне такі наслідки нами та іншими науковцями було встановлено на багатьох сільськогосподарських культурах [16, 34, 42].

Посилений відтік азотовмісних сполук із листків у другій половині вегетації ми пов'язуємо із появою нових атрагуючих зон у рослин соняшника – кошиків та плодів, яких на оброблених регуляторами росту рослинах закладалося більше, ніж у контролі.



Проаналізувавши динаміку накопичення у кошиках соняшника різних форм азоту встановлено, що цей орган був більш чутливим до змін температурних умов та вологості (рис. 1-3). Показано, що регулятори росту за посушливих умов росту та розвитку в 2007 р. сприяли накопиченню білкового азоту в кошиках у першій половині вегетації з наступним посиленням його відтоком та посилювали його відтік до плодів протягом усієї вегетації в інші роки дослідження. На шістдесятій день спостережень даний показник за дії онієвого ретарданту, цитокінінового стимулятора росту та їх суміші був меншим контролю на 7-17%, 15-29% та 9-28%.

Динаміка загального азоту в кошиках не відзначалася стабільністю як по роках дослідження, так і по застосовуваних рістрегуляторах. Хлормекватхлорид уповільнював відтік загального азоту з кошиків переважно за рахунок небілкової форми, особливо за умов достатнього та надлишкового забезпечення вологою в 2006 та 2008 роках. На кінець досліджуваного періоду вміст загального азоту за дії інгібітора гібереліну був близьким до контролю.

Цитокініновий стимулятор росту трептолем уповільнював відтік загального азоту в першій половині вегетації та посилював його у другій. За дії суміші різнонаправлених рістрегуляторів посилювався відтік загального азоту з кошиків до плодів у типових умовах вегетації 2006 р. та уповільнювався цей процес за менш сприятливих умов росту та розвитку 2007 та 2008 рр. за рахунок небілкового азоту.

Встановлено, що за роки дослідження під впливом застосовуваних регуляторів росту уповільнювалась реутилізація небілкового азоту з кошиків до насіння.

Посилення під впливом регуляторів росту відтоку азотовмісних сполук, і особливо білкового азоту, від кошиків свідчить про його депонування у плодах та насінні, що може сприяти інтенсифікації формування цих генеративних органів та сприяти підвищенню урожайності.

Аналіз вмісту різних форм азоту у насінні свідчить, що погодні умови вегетації суттєво впливали на процеси їх накопичення. У типових та посушливих умовах вегетації під впливом регуляторів росту вміст загального азоту більш інтенсивно зростав під час формування та наливу насіння та послаблювався процес накопичення у фазу його досягання.

У типових погодних умовах вегетації 2006 р. на кінець досліджуваного періоду вміст загального азоту за дії хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші був нижчим, ніж у контролі, на 5, 12 та 11% (рис. 1). У спекотних та посушливих умовах 2007 р. під впливом інгібітора та його суміші з стимулятором росту вміст загального азоту перевищував контрольний показник, відповідно, на 5 та 11% (рис. 2). За обробки трептолемом показник вмісту загального азоту був близьким до контролю. У вологих умовах росту та розвитку 2008 р. вміст загального азоту за дії ретарданту та його суміші із стимулятором суттєво перевищував контрольний показник (рис. 3). Зростання складало 27 та 35% відповідно. Під впливом синтетичного аналога цитокінінів показник практично не відрізнявся від контролю.



У типових погодних умовах вегетації 2006 р. обробка хлормекватхлоридом та його сумішшю із трептолемом сприяли збільшенню вмісту білкового азоту у насінні на кінець періоду досліджень (на 11 та 7%). У посушливому та спекотному 2007 р. ці препарати зменшували вміст білкового азоту на 13 і 6%. У вологих вегетаційних умовах 2008 р. вміст білкового азоту у насінні за дії цих препаратів був суттєво вищим, ніж у контролі. Зростання становило 33 та 31%. Незалежно від погодних умов вегетації вміст білкового азоту у насінні соняшника, обробленого трептолемом, не зазнавав достовірних змін порівняно з контролем (рис. 1-3).

Регулятори росту зменшували вміст небілкового азоту в насінні у типових та посушливих умовах вегетації та збільшували за вологих.

Відомо, що високий вміст білків у насінні олійних культур є показником негативним, оскільки сприяє зниженню вмісту олії у насінні та підвищенню активності ферментних систем, які зменшують тривалість зберігання сім'янок та знижують їх якість. Нами встановлено, що саме посушливі умови вегетації 2007 р. були найбільш сприятливими для отримання високоякісного насіння соняшнику при застосуванні ретарданту та його суміші із стимулятором росту, а вологі вегетаційні умови 2008 р. могли суттєво знижувати даний показник. При застосуванні стимулятора росту трептолему жодних тенденцій не виявлено, скоріш за все, цитокініновий препарат не впливає на якість насіння соняшника або навпаки нівелює вплив абіотичних факторів середовища на його якість.

Регулятори росту уповільнювали відтік фосфору від органів рослин соняшника сорту Чумак. Найбільш ефективно сприяв накопиченню фосфору трептолем. Зокрема, на кінець досліджуваного періоду вміст цього макроелемента у стеблах, листках та кошиках був більшим, ніж у контролі, на 20, 18 та 16% відповідно (табл.). За дії суміші регуляторів росту показник зростав на 11, 8 та 9%. Хлормекватхлорид виявився найменш ефективним. Показники за його дії зростали на 6, 5 та 7% (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив регуляторів росту на вміст фосфору в органах соняшнику сорту Чумак, г/кг (середні трирічні дані)

| Час відбору проб | День обробки | 15-а доба після обробки | 30-а доба після обробки | 45-а доба після обробки | 60-а доба після обробки |
|------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Орган | Контроль | | | | |
| Стебла | 3,45±0,05 | 2,63±0,09 | 1,87±0,05 | 1,53±0,03 | 1,67±0,06 |
| Листки | 4,45±0,02 | 3,77±0,13 | 3,53±0,13 | 3,15±0,02 | 2,98±0,05 |
| Кошики | - | 5,75±0,12 | 4,53±0,13 | 3,40±0,04 | 2,67±0,05 |
| Насіння | - | - | - | 4,22±0,09 | 6,12±0,12 |
| | Хлормекватхлорид | | | | |
| Стебла | 3,45±0,05 | 2,90±0,08 | *2,17±0,06 | *1,87±0,03 | 1,77±0,04 |
| Листки | 4,45±0,02 | 3,63±0,13 | 3,28±0,06 | 3,23±0,07 | 3,12±0,09 |
| Кошики | - | 5,75±0,06 | 4,72±0,12 | 3,63±0,10 | *3,13±0,10 |
| Насіння | - | - | - | 4,58±0,17 | 6,27±0,13 |
| | Суміш препаратів | | | | |
| Стебла | 3,45±0,05 | 2,37±0,07 | 1,98±0,02 | *1,77±0,02 | 1,65±0,03 |



| | | | | | |
|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Листки | 4,45±0,02 | 4,05±0,08 | 3,75±0,05 | 3,22±0,09 | *3,22±0,05 |
| Кошики | - | 5,85±0,05 | 4,48±0,12 | *3,90±0,04 | *3,25±0,08 |
| Насіння | - | - | - | 4,07±0,11 | *6,95±0,12 |
| Трептолем | | | | | |
| Стебла | 3,45±0,05 | *2,18±0,05 | 1,85±0,05 | *1,80±0,06 | *2,00±0,04 |
| Листки | 4,45±0,02 | 3,82±0,12 | *3,08±0,02 | *2,82±0,08 | *3,50±0,07 |
| Кошики | - | 5,60±0,07 | 4,75±0,15 | 3,62±0,12 | *3,22±0,09 |
| Насіння | - | - | - | 4,47±0,15 | *7,25±0,15 |

Примітка. * - різниця достовірна за $p < 0,05$

Ретардант хлормекватхлорид та його суміш із стимулятором росту сприяли накопиченню фосфору у насінні. У сухому насінні вміст даного макроелемента за дії цих регуляторів росту був вищим, ніж у контролі ($9,8 \pm 0,20$ г/кг), на 4 та 6% відповідно. Під впливом трептолеми показник практично не змінювався. Однак в насінні льону вміст фосфору зростав як за обробки рослин інгібітором, так і стимулятором росту [42].

Вищий вміст фосфору в органах свідчить про пришвидшення обмінних процесів у рослині, що може бути передумовою підвищення продуктивності культури.

Таким чином, зменшення вмісту загального азоту у вегетативних органах рослин соняшника під впливом регуляторів росту впродовж вегетації забезпечувало приріст урожайності в порівнянні з контролем. Зокрема, за оптимальних погодних умов розвитку 2006 р. урожай насіння за дії хлормекватхлориду зростав на 8,3%, під впливом суміші препаратів – на 7,8%, а за дії трептолеми – на 0,5% у порівнянні з контролем. У посушливих умовах вегетації 2007 р. маса сім'янок з одного кошика збільшувалася, відповідно, на 38,7%, 28,1% та 23,7%. В умовах достатнього водозабезпечення 2008 р. величина даного показника відповідно зростала на 18,7%, 19,8% та 13,7%.

Висновки. Отже, результати наших досліджень свідчать, що регулятори росту з різним напрямком дії та їх суміш призводили до змін у метаболізмі азоту та фосфору дослідних рослин, що позитивно вплинуло на продуктивність культури соняшника сорту Чумак. Найефективнішим було застосування ретарданту хлормекватхлориду та його суміші із стимулятором росту трептолемом.

Література

1. Владимиров К. В. Формирование урожая и качество клубней картофеля в зависимости от фона питания и применения регуляторов роста в условиях лесостепи среднего Поволжья автореф. дис. на соискание науч. степ канд. с.-х. наук : спец. 06.01.01 «Общее земледелие» / Владимиров Константин Владимирович. - Йошкар-Ола, 2011. – 18 с.
2. Голунова Л. А. Вплив регуляторів росту на продуктивність та якість насіння рослин сої / Л. А. Голунова // Сучасні проблеми біологічної науки та методика її викладання у закладах вищої освіти : збірник наукових праць звітної наукової конференції викладачів за 2017-2018 н.р. – Вінниця, 2018. – 318 с. – С. 307-317.
3. Голунова Л. А. Дія хлормекватхлориду на продуктивність та якість насіння *Glycine max* L. / Л. А. Голунова // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія : Біологія. – 2015. – №1(62) – С. 68-72.
4. Голунова Л. А. Регуляція продукційного процесу *Glycine max* L. за дії ретардантів / Л. А. Голунова // Актуальні проблеми сучасної біології та методика її викладання: збірник наукових праць звітної наукової конференції викладачів за 2016-2017 н.р. / ВДПУ ім. М. Коцюбинського; відпов. ред. В. Г. Кур'ята. – Вінниця, 2017. – С. 332-347.
5. Грицаєнко З.М. Пігментний комплекс соняшника за дії гербіциду Фюзілад Форте 150 і регулятора росту



- рослин Радостим / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як, Л. Ф. Підан // Карантин і захист рослин. – 2016. – квітень. – С. 1-2.
6. Думанчук Н. Я. Ріст і врожайність моркви і пастернака за дії регуляторів росту івіну та емістиму С : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.12 „Фізіологія рослин” / Н. Я. Думанчук. – Львів, 2004. – 20 с.
 7. Князюк О. В. Вплив хлормекватхлориду на морфогенез і продукційний процес кукурудзи / О. В. Князюк // Вісник Білоцерківського аграрного університету : Збірник наукових праць. – Біла Церква. – 2006. – Вип. 35. – С.66-70.
 8. Кравець О. О. Вплив есфону на вміст елементів мінерального живлення рослин томатів / О. О. Кравець, В. Г. Кур'ята // Матеріали за XIII міжнародна научна практична конференція, Бъдещи въпроси от света на науката – 2017, 15-22 декември 2017 г. Биологични науки. Ветеринарен. Екология. Медицина. Селско стопанство.: София. «Бял ГРАД-БГ». – 2017. – 9. – С. 3-6.
 9. Кравець О. О. Структурно-функціональна організація фотосинтетичного апарату та трофічне забезпечення морфогенезу рослин томатів за дії гібереліну та ретардантів різних типів / Кравець О. О., Кур'ята В. Г. // Актуальні проблеми біології та методики її викладання у закладах вищої освіти: збірник наукових праць звітної наукової конференції викладачів за 2018-2019 н.р. – Вінниця, 2019. – 266 с. – С. 225-241.
 10. Кур'ята В. Г. Вміст крохмалю та різних форм цукрів у бульбах картоплі при виході із стану спокою за дії ретардантів / В. Г. Кур'ята, О. О. Ткачук, Л. М. Рогальська // Вісник Запорізького національного університету. Серія : Біологічні науки. – 2006. – №1. – С. 95-99.
 11. Кур'ята В. Г. Вплив гіберелової кислоти та тебуконазолу на формування листового апарату та функціонування донорно-акцепторної системи рослин овочевих пасльонових культур / В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач, О. І. Буйна, О. В. Кушнір, О. В. Буйний // Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2017. – Т. 8 (2). – С. 162-168.
 12. Кур'ята В. Г. Вплив гібереліну і тебуконазолу на динаміку вмісту неструктурних вуглеводів у листках, анатомічну будову і хімічний склад пагонів та урожайність агрусу (*Grossularia reclinata* (L.) Mill) / В. Г. Кур'ята, Г. С. Шаталюк // Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science». 2019. – 5-6 (20-21). – С. 4-8.
 13. Кур'ята В. Г. Вплив стимуляторів росту та ретардантів на утилізацію резервної олії проростками соняшнику / В. Г. Кур'ята, І. В. Попроцька, Т. І. Рогач // Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2017. – Vol. 8(3). – P. 317–322. DOI: <https://doi.org/10.15421/021750>
 14. Кур'ята В. Г. Вплив суміші регуляторів росту на якість продукції маку олійного / В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 3. – С. 37-40.
 15. Кур'ята В. Г. Дія ретарданту фолікуру на морфогенез, накопичення вуглеводів та елементів живлення органами рослин агрусу у зв'язку з урожайністю культури / В. Г. Кур'ята, Г. С. Шаталюк // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки. 2019. – Т. 3(387). – С. 5-10.
 16. Кур'ята В. Г. Дія фолікуру на листовий апарат, вміст вуглеводів та елементів живлення в листках агрусу в зв'язку з продуктивністю культури / Кур'ята В. Г., Шаталюк Г. С. // Агробіологія. – 2018. – № 1. – С. 83-88.
 17. Кур'ята В. Г. Ефективність симбіотичної системи соя – *Bradyrhizobium japonicum* за дії паклобутразолу / В. Г. Кур'ята, Л. А. Голунова, С. К. Береговенко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 42, № 3. – С. 218–224.
 18. Кур'ята В. Г. Морфологічні зміни в рослин *Helianthus annuus* під впливом хлормекватхлориду / Кур'ята В. Г., Рогач Т. І. // Вісник Запорізького національного університету : Зб. наук. праць. Біологічні науки. – Запоріжжя : ЗНУ, 2009. – № 2. – С. 151-155.
 19. Кур'ята В. Г. Особливості надходження і перерозподілу неструктурних вуглеводів та елементів мінерального живлення між органами томатів за дії фолікуру / В. Г. Кур'ята, О. О. Кравець // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. – 2017. – Т. 42. – С. 71-76.
 20. Кур'ята В. Г. Особливості функціонування донорно-акцепторної системи маку олійного за дії трептолему в зв'язку з продуктивністю культури / В.Г. Кур'ята, С.В. Поливаний // Український екологічний журнал. – 2018. – 8 (1). – С. 11–20.
 21. Кур'ята В.Г. Вміст вуглеводів та азотовмісних сполук в органах рослин льону олійного за дії трептолему / В.Г. Кур'ята, О.О. Ходаніцька // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Частина 1. Агронімія. – Умань, 2011. – Вип. 77. – С. 84-92.
 22. Липовий В. Г. Продуктивність сумісних посівів кукурудзи з бобовими культурами на силос залежно від елементів технології вирощування та регуляторів росту / В. Г. Липовий, О. В. Князюк, О. А. Шевчук // Сільське господарство та лісівництво : Збірник наукових праць. – 2018. – Вип. 10. – С. 74-83.
 23. Методи 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.
 24. Поливаний С. В. Вплив хлормекватхлориду на урожайність, вміст олії та білка в насінні маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята // Корми і кормовиробництво. 2013. – Вип. 75. – С. 150-154.
 25. Рогач В. В. Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфологічні характеристики та біологічну



- продуктивність культури картоплі / В. В. Рогач, Т. І. Рогач // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. – 2015. – Т. 23 (2). – С. 221-224. DOI: <https://doi.org/10.15421/011532>
26. Рогач В. В. Динаміка накопичення і перерозподілу різних форм вуглеводів в органах рослин томатів за дії регуляторів росту / В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята, О. І. Буйна, О. В. Буйний // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія : Біологія. – 2017. – № 3 (70). – С. 174-179.
 27. Рогач В. В. Динаміка накопичення та перерозподілу різних форм вуглеводів та азоту в органах рослин томатів за дії ретардантів / В. В. Рогач, О. О. Кравець, О. І. Буйна, В. Г. Кур'ята // *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. – Vol. 9(2). – P. 293–299. doi:10.15421/021843
 28. Рогач В. В. Дія ретардантів на морфофізіологічні показники, продуктивність та період спокою картоплі / В. В. Рогач, І. В. Попроцька, Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2015. – № 1. – С. 51-54.
 29. Рогач В. В. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотмістких сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії паклобутразолу / В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія : Біологія. – 2004. – № 3-4 (24). – С. 28-33.
 30. Рогач В. В. Вплив рїстстимуляторів Вітазиму та 6-бензиламінопурину на морфогенез та продуктивність перцю солодкоого/ В. В. Рогач, О.В. Кушнір, В.В. Плотніков // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2017. – Вип. 1 (93) С. 95-101.
 31. Рогач Т. І. Вплив суміші хлормекватхлориду і трептолему на морфогенез та продуктивність соняшнику / Т. І. Рогач // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія : Сільськогосподарські науки. – Вінниця, 2012. – Вип. 1 (57). – С. 121-127.
 32. Рогач Т. І. Вплив суміші хлормекватхлориду і трептолему на якість продукції *Helianthus annuus* L. / Т. І. Рогач // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2015. – № 2. – С. 80-83.
 33. Рогач Т. І. Зміни у хімічному складі насіння та якості олії соняшнику за дії хлормекватхлориду / Рогач Т. І., Кур'ята В. Г. // Регуляція росту і розвитку рослин: фізіолого-біохімічні та генетичні аспекти: Матеріали міжнар. наук. конф. (Харків, Україна, жовтень, 13-15, 2008 р.). – Харків, 2008. – С. 149-150.
 34. Рогач Т. І. Накопичення та перерозподіл вуглеводів і азотомістких сполук між органами рослин соняшника в онтогенезі за дії хлормекватхлориду / Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія : Сільськогосподарські науки. – Вінниця, 2011. – Вип. 8 (48). – С. 49-54.
 35. Рогач Т. І. Особливості морфогенезу і продуктивність соняшнику за дії трептолему / Т. І. Рогач // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку : у 2 т. ; голов. ред. В. В. Моргун. – К. : Логос, 2009.
 36. Сакало В. Д. Влияние минерального питания и бетастимулина на синтез и накопление сахарозы в сахарной свекле (*Beta vulgaris* L.) / В. Д. Сакало, И. У. Марчук, В. М. Курчий, В. М. Козак // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Біологія. – 2008. – Вип. 2(14). – С. 60-67.
 37. 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.
 38. Седляр Ф. Ф. Влияние доз внесения регулятора роста экосил на урожайность и качество маслосемян озимого рапса / Ф. Ф. Седляр, М. П. Андруевич // Масличные культуры : Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2016. – Вип. 4 (168). – С. 77-81.
 39. Спосіб застосування регуляторів росту в технології вирощування соняшнику : Пат. № 121798 МПК (2017.01) А01С 1/00, А01N 43/00, А01Р 21/00. / Сендецький Володимир Миколайович. – у 2017 07928 ; Заявл. 28.07.2017 ; Опубл. 11.12.2017, Бюл. №23/2017.
 40. Сулимов В. В. Продукционный процесс перспективных сортов сои и люпина и его оптимизация с использованием регуляторов роста и развития : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 03.00.12 «Физиология и биохимия растений» / Сулимов Владимир Владимирович. – Орел, 2009. – 22 с.
 41. Ткачук О. О. Вплив ретардантів на вміст азоту, фосфору та калію у рослин картоплі / О. О. Ткачук // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: у 2-ох томах / НАН України Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; головний редактор В. В. Моргун – К. : Логос, 2009.– С. 663-669.
 42. 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. Серія: Біологія. – 2013. – № 3 (56). – С. 102-108.
 43. Шаталюк Г. С. Вплив гібереліну на мезоструктурну організацію листка, накопичення та перерозподіл асимілятів та елементів живлення у рослин агрусу (*Grossularia reclinat*) в зв'язку з продуктивністю культури / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science». 2019. – Т. 1(16). – С. 10-13.
 44. Шевчук О. А. Вплив стимулюючих препаратів на морфометричні показники проростків та посівні якості насіння квасолі / О. А. Шевчук, Г.І. Кравчук, В.І. Вергеліс, О.І. Врадій // Сільське господарство та лісівництво. – 2019. - № 12. – С. 225-233.
 45. 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.
46. Antognozzi E. Effetti del Paclobutrazolo (PP 333) sull'attività vegetativa e sull'andamento della fotosintesi in piante di olivo in vivaio / E. Antognozzi, P. Preziosi, A. Standardi // Ann. Fac. agr. Univ. studi Perugia. – 1987. – № 41. – P. 827-838.
 47. Dean G. J. Modifying poppy growth and alkaloid yield with plant growth regulators : dissertation for the degree of Master of Agricultural Science / Geoffrey J. Dean. – Hobart, 2011. – 123 p.
 48. Kim S.-K. Effects of paclobutrazol and prohexadione-ca on seed yield, and content of oils and gibberellin in flax grown in a greenhouse / Kim Sang-Kuk, Han Chae-Min, Shin Jong-Hee, Kwon Tae-Young // Korean journal of crop science. – 2018. – Vol. 63(3). – P. 265-271.
 49. Khodanitska O. O. Effect of treptolem on morphogenesis and productivity of linseed plants / Khodanitska, O.O., Kuryata, V.G., Shevchuk, O.A., Tkachuk, O.O., Poprotska, I.V. // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – Vol. 9(2). – P. 119-126.
 50. Kuryata V. G. Features of morphogenesis, accumulation and redistribution of assimilate and nitrogen containing compounds in tomatoes under retardants treatment / V. G. Kuryata, O. O. Kravets // Ukrainian journal of ecology. – 2018. – Vol. 8(1). – P. 356-362. DOI: 10.15421/2018_222
 51. Kuryata V. G. Influence of chlormequat chloride on morphogenesis, formation of donor-acceptor system and production process of oil crops / V.G. Kuryata, S.V. Polyvanyi, T. I. Rogach, O. O. Khodanytska, V. V. Rogach // The Potential of Modern Science, Volume 1. – London : Sciencce Publishing. 2019. – P. 130-156.
 52. Kuryata V. G. Morphogenesis and the effectiveness of the production process of oil poppy under the complex action of retardant chlormequat chloride and growth stimulant treptolem / V. G. Kuryata, S. V. Polyvanyi, O. A. Shevchuk, O. O. Tkachuk // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – Vol. 9(1). – P. 127-134.
 53. Kuryata V. G. Symbiotic nitrogen fixation of soybean-rhizobium complexes and productivity of soybean culture as affected by the retardant chlormequat chloride / Kuryata V.G., Golunova L.A., Poprotska I.V., Khodanitska O.O. // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – Vol. 9(2) . – P. 5-13.
 54. Matysiak K. Effect of chlorocholine chloride and triazoles – tebuconazole and flusilazole on winter oilseed rape (*Brassica napus* var. *oleifera* L.) in response to the application term and sowing density / Kinga Matysiak, Sylwia Kaczmarek // Journal of plant protection research. – 2013. – Vol. 53, №1. – P. 79-88. DOI: 10.2478/jppr-2013-0012
 55. Poprotska I. Effect of gibberellin and retardants on the germination of seeds with different types of reserve substances under the conditions of skoto- and photomorphogenesis / Iryna Poprotska, Volodymyr Kuryata, Olena Khodanitska, Stepan Polyvanyi, Lyudmyla Golunova, Yuriy Prysedsyky // Biologija. – 2019. – Vol. 65, №. 4. – P. 296-307.
 56. Ren B., Zhang J., Dong S., Liu P., Zhao B. Regulations of 6-benzyladenine (6-BA) on leaf ultrastructure and photosynthetic characteristics of waterlogged summer maize. J Plant Growth Regul. 2017. 36 (3). P. 743–754. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9677-7>
 57. Shevchuk O. A. Features of leaf photosynthetic apparatus of sugar beet under retardants treatment / O. A. Shevchuk, O. O. Tkachuk, V. G. Kuryata, O. O. Khodanitska, S. V. Polyvanyi // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – Vol. 9(1). – P. 115-120.
 58. Ullah F. Effect of plant growth regulators on oil yield and biodiesel production of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) / Faizan Ullah, Asghari Bano // Braz. J. Plant Physiol. – 2011. – Vol. 23(1). – P. 27-31.
 59. Yooyongwech S., Samphumphuang T., Tisarum R., Theerawitaya C., Chaum S. Water-deficit tolerance in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) by foliar application of paclobutrazol: role of soluble sugar and free proline. Front Plant Sci. 2017. 8, 1400. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01400>
 60. Zhang W., Xu F., Cheng H., Li L., Cao F., Cheng S. Effect of chlorocholine chloride on chlorophyll, photosynthesis, soluble sugar and flavonoids of *Ginkgo biloba*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 2013. 41(1), 97–103. <https://doi.org/10.15835/nbha4118294>