УДК 581.1:[661.162.65:582.991.131]

ПЕРЕРОЗПОДІЛ РІЗНИХ ФОРМ ВУГЛЕВОДІВ В НАДЗЕМНИХ ОРГАНАХ *HELIANTHUS ANNUUS* L. ПІД ВПЛИВОМ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В ОНТОГЕНЕЗІ

Рогач Т.І., к.с.-г.н., старший викладач
E-mail: rogachv@ukr.net

Стаття присвячена вивченню впливу ретарданту хлормекватхлориду, стимулятора росту трептолему та їх суміші на накопичення і перерозподіл різних форм вуглеводів у надземних органах соняшнику впродовж вегетації.

Встановлено, що за дії регуляторів росту посилювався транспорт редукуючих цукрів і крохмалю з листків та стебел до кошиків і насіння, внаслідок чого покращувалася продуктивність культури. Погодні умови вегетації істотно впливали на накопичення і перерозподіл різних форм вуглеводів. Посушливі умови вегетації сприяли накопиченню нетранспортної форми цукрів – сахарози, як у контролі, так і в досліді. Ретардант та його суміш із стимулятором росту нівелювали негативний вплив високих температур та нестачі вологи за рахунок зменшення вмісту сахарози і збільшення транспортних форм цукрів. Найефективнішим за роки дослідження виявилося застосування хлормекватхлориду та його суміші із трептолемом.

Ключові слова: *Helianthus annuus* L.*, ретардант, стимулятор росту, редукуючі цукри, сахароза, крохмаль.*

The article is devoted to the study of the effect of retardant chlormequat chloride, growth stimulator of treptolem and their mixture on the accumulation and the redistribution of various forms of carbohydrates in overground organs of sunflower during vegetation**.**

It was found that, the transport of reducing sugars and starch from leaves and stalks to calathide heads and seeds was increased under the influence of growth regulators, owing to what productivity of culture improved. Weather conditions of vegetation influenced the accumulation and the redistribution of various forms of carbohydrates significantly. Arid conditions of vegetation contributed to the accumulation of non-transport form of sugars – sucrose, both in the control and in the experiment. The retardant and its mixture with the growth stimulator neutralized the negative influence of high temperature and lack of moisture due to a decrease in the content of sucrose and an increase in the transport forms of sugars. The use of chloromequat chloride and its mixture with treptolem was the most effective over the years of research.

Key words: *Helianthus annuus* L.*, retardant, growth stimulator, reducing sugars, sucrose, starch.*

Вступ. Процеси росту і розвитку рослини здійснюються завдяки реалізації відповідних програм, які контролюють диференціацію, розвиток клітини, тканини, органу і організму в цілому. Наявність в рослинній клітині ендогенних систем координації та саморегуляції є основою для керування ними за допомогою різних екзогенних регуляторних комплексів, серед яких важлива роль відводиться фізіологічно активним речовинам. І це не випадково, враховуючи їх багатоаспектний вплив на ріст, розвиток, підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів зовнішнього середовища, врожайність та поліпшення якості продукції [5, 12].

Фотосинтезуючі листки є донорами пластичних речовин, які в подальшому спрямовуються до всіх інших органів рослини. Застосування регуляторів росту

дозволяє підвищити продуктивність сільськогосподарських культур внаслідок зміни напрямків потоків асимілятів між органами рослини, в першу чергу до господарськоцінних. Тому постає необхідність у більш детальному вивченні впливу як ретардантів, так і стимуляторів росту на динаміку вуглеводів у рослинному організмі впродовж всього періоду його вегетації.

З даного питання є достатня кількість літературних джерел, однак інформація в них неоднозначна. З одного боку, це можна пояснити різною хімічною природою, концентрацією препаратів, способом обробки, а з іншого, видом, сортом і фазою розвитку сільськогосподарської культури.

Зокрема, за даними Бєлоногова Д.Є. гіберелова кислота і 6-БАП збільшували вміст вільних цукрів у листках та корінні конюшини лучної. При цьому спостерігалося два атрагувальних центри в рослині – суцвіття і бульбочки коріння [1]. Гібереліновий препарат гіберсиб збільшував вміст цукрів у плодах томатів, листі капусти та насінні овочевого гороху [24 с.98]. Гібберелін і гетероауксин збільшували суму вуглеводів у проростках гороху, але під впливом гібереліну це відбувалося за рахунок моносахаридів, а за дії гетероауксину – внаслідок нагромадження сахарози [15 с.139]. За дії ГК та тіосечовини [2], епіну та емістиму С [16 с.32] зростав вміст крохмалю в бульбах картоплі, а препарати ТА-12 і ТА-14 сприяли нагромадженню моносахаридів у стеблі ріпаку [34].

Цитокінінові регулятори росту, створені на основі N-оксид піридинів (івін, агростимулін) та емістим С збільшували вміст вуглеводів у листках та коренеплодах моркви [7]. Емістим С і бетастимулін позитивно впливали на нагромадження сахарози в коренеплодах та в листках цукрового буряку [21]. Інший цитокініновий препарат, кросинг, збільшував вміст вуглеводів у листках яблуні [23].

Під впливом ГК та тебуконазолу депонування вуглеводів вегетативними органами томатів посилювалося. Однак, під впливом ретарданту це відбувалося за рахунок зменшення їх використання на ростові процеси у зв'язку з гальмуванням росту рослин, а за дії гіберелової кислоти – внаслідок посиленого синтезу вуглеводів. Зміни характеру донорно-акцепторних відносин у рослинах *Solánum lycopérsicum* після обробки регуляторами росту зумовлювали перерозподіл потоків асимілятів від вегетативних органів до плодів, що оптимізувало продуктивність культури [18].

Разом з тим, у ряді літературних джерел вказується на зменшення вмісту вуглеводів в органах дослідних рослин за дії синтетичних регуляторів росту. Наприклад, картолін не впливав на вміст крохмалю в насінні пшениці [27], а 2,4-Д зменшував вміст цукрів у листках томатів, одночасно посилюючи їх відтік до плодів [29].

Зміни в нагромадженні і перерозподілі вуглеводів відбуваються також і при застосуванні інгібіторів росту. Зокрема, обробка сіянців яблуні розчином паклобутразолу в концентрації 0,1мМ зумовлювала збільшення загального вмісту

вуглеводів у листках, стеблах та корінні порівняно з контролем відповідно на 13,7; 35,3 та 30,2% [35]. Схожі результати отримали і інші дослідники при застосуванні хлорхолінхлориду на яблуні [8] і паклобутразолу – на рослинах маслини [31] та в коренеплодах цукрового буряку [26]. Разом з тим, хлорхолінхлорид у концентрації 300 мг/л посилював активність амілази та інвертази на різних етапах онтогенезу в рослин бавовнику, зменшуючи вміст різних форм вуглеводів [6]. Зменшення вмісту цукрів у надземних вегетативних органах рослин спостерігалося також при обробці чорноплідної горобини та малини розчином ССС [12], у цукрових буряків за дії паклобутразолу і декстрелу [26].

Обробка *Solanum tuberosum* L. сорту Мавка по висоті пагонів 15-20 см ретардантом паклобутразолом у концентрації 0,05% викликала збільшення сахарози у листках дослідних рослин та підвищувала у бульбах вміст крохмалю [22]. Цей же автор вказує на посилений відтік асиміляційного крохмалю з листків до бульб картоплі сорту Невська під впливом 0,025%-го паклобутразолу [23].

З літературних джерел відомо, що застосування 0,025%-го водного розчину фолікуру на культурі томатів обумовлювало підвищення вмісту суми цукрів і крохмалю у коренях, стеблі та листках впродовж усієї фази плодоношення [33].

У працях дослідників зустрічається інформація про зміни вмісту вуглеводів різних форм залежно від фази онтогенезу. Так, обробка рослин пшениці ССС призводила до збільшення вмісту моносахаридів у першій половині вегетації і до їх зменшення – в другій, на відміну від сахарози, вміст якої змінювався в протилежному напрямку [6]. Застосування тетциклацису на рослинах картоплі забезпечувало більш інтенсивний, ніж у контролі, відтік редукуючих цукрів до бульб та перетворення їх на крохмаль [36]. А використання паклобутразолу на насадженнях маслини сорту Leccino неоднозначно позначалося на вмісті вуглеводів у рослині. При їх обприскуванні препаратом у дозі 1000 мг/л спостерігалося зростання вмісту цукрів. Разом з тим, внесення його в ґрунт (1 г д.р. на рослину) зумовлювало зниження рівня вуглеводів [30]. Очевидно, важливе місце в зміні направленості процесів вуглеводного обміну мають видові та сортові характеристики дослідних рослин, регламенти застосування препаратів та механізм дії того чи іншого ретарданту.

У науковій літературі міститься інформація щодо змін у накопиченні та перерозподілі різних форм вуглеводів в олійних культур під впливом регуляторів росту рослин з різним напрямком дії. Так, використання у фазу бутонізації 0,5%-го хлормекватхлориду призводило до депонування цукрів і крохмалю у вегетативних органах *Linum usitatissimum* L. внаслідок зменшення інтенсивності їх використання на ростові процеси. Зміна напрямку потоків пластичних речовин від вегетативних органів до плодів забезпечувала підвищення врожаю льону олійного на 14% [25].

Досліджуючи вплив комплексного стимулятора росту рослин з переважаючою цитокініновою активністю – трептолему на рослини *Papaver somniferum* L., встановлено, що препарат збільшував вміст вуглеводів у листках та

коренях за рахунок редукуючих форм цукрів, а також уповільнював їх відтік до генеративних органів. Авторами встановлено зростання вмісту крохмалю у листках та зменшення полісахариду у коренях впродовж вегетаційного періоду [11].

Іншими авторами встановлено, що під впливом обробки *Brassica napus* L. у фазу бутонізації 0,025%-м паклобутразолом відбувалося депонування цукрів і крохмалю у вегетативних органах у зв'язку із зниженим використанням на ростові процеси. Надлишок депонованих асимілятів використовувався під час формування і дозрівання насіння. Це призводило до підвищення продуктивності культури [17].

Застосування 0,5%-го хлормекватхлориду у фазу бутонізації з попередньою інокуляцією рослин *Glycine max* L. штамом *Bradyrhizobium japonicum* 71т призводило до зниження вмісту суми цукрів в насінні, що супроводжувалося з підвищенням вмісту олії у насінні цієї важливої білково-олійної культури [4].

Неоднозначними є дані щодо нагромадження і перерозподілу вуглеводів у рослинах соняшнику за дії синтетичних регуляторів росту. Так, гетероауксин збільшував вміст суми цукрів у проростків соняшнику [15 с.41], як і ГК та ІОК у листках цієї ж культури [3]. За іншими даними, гіберелін збільшував, а гетероауксин зменшував величину даного показника [28].

Дослідження щодо особливостей нагромадження різних форм вуглеводів у надземних органах олійних культур, і зокрема соняшнику, за дії регуляторів росту різних за напрямком дії, очевидно, не проводилися. Тому метою роботи було вивчити вплив хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші на динаміку вмісту різних форм вуглеводів у рослинах соняшнику впродовж вегетації.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили на виробничих посівах соняшнику сорту Чумак Вінницької ДСГДС Інституту кормів НААН України у 2006-2008 рр. Обробку рослин здійснювали за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 у фазу 5-6 пар справжніх листків водними розчинами наступних регуляторів росту – хлормекватхлориду (0,25% за діючою речовиною), трептолему (10 мл/га) і їх сумішшю у зазначених концентраціях та водопровідною водою (контрольний варіант).

Повторність досліду п'ятикратна з площею ділянок по 10 м^2. Матеріал для біохімічного аналізу відбирали кожні 15 діб, починаючи з дня обробки. Матеріал фіксували рідким азотом з подальшим досушуванням у сушильній шафі при температурі 85^{0}С. Вміст цукрів і крохмалю визначали за Починком Х.М. [14].

Погодні умови в цілому забезпечували нормальний ріст і розвиток рослин. Однак варто відзначити, що 2007 р. був найбільш посушливим, особливо на початку вегетації соняшнику. У вересні 2008 р. кількість опадів перевищила багаторічний показник втричі при зниженні середньодобової температури на 0,3^{0}С, що значно продовжило період достигання насіння соняшнику.

Одержані матеріали оброблені статистично за допомогою комп'ютерної програми "STATISTICA–6.0". На графіках представлені середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

Результати та обговорення. Відомо, що дія фізіологічно активних речовин зумовлює перебудову асиміляційного апарату рослини, зміну габітусу, співвідношення мас її органів, появу додаткових атрагувальних центрів та посилення або послаблення функціонування вже існуючих, що свідчить про зміни характеру донорно-акцепторних відносин у рослині [9, 10].

Зміна характеру донорно-акцепторних відносин в рослині полягає в перерозподілі потоків асимілятів між її органами, тому для розробки заходів екзогенної регуляції онтогенезу за допомогою регуляторів росту потрібно мати чітке уявлення про динаміку накопичення і перерозподілу пластичних речовин у рослинному організмі [12, 13, 19].

Результати наших досліджень свідчать, що регуляція росту соняшнику під впливом хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші супроводжувалася змінами в нагромадженні і перерозподілі різних форм вуглеводів, причому погодні умови періоду розвитку рослин суттєво впливали на ці процеси (рис. 1).

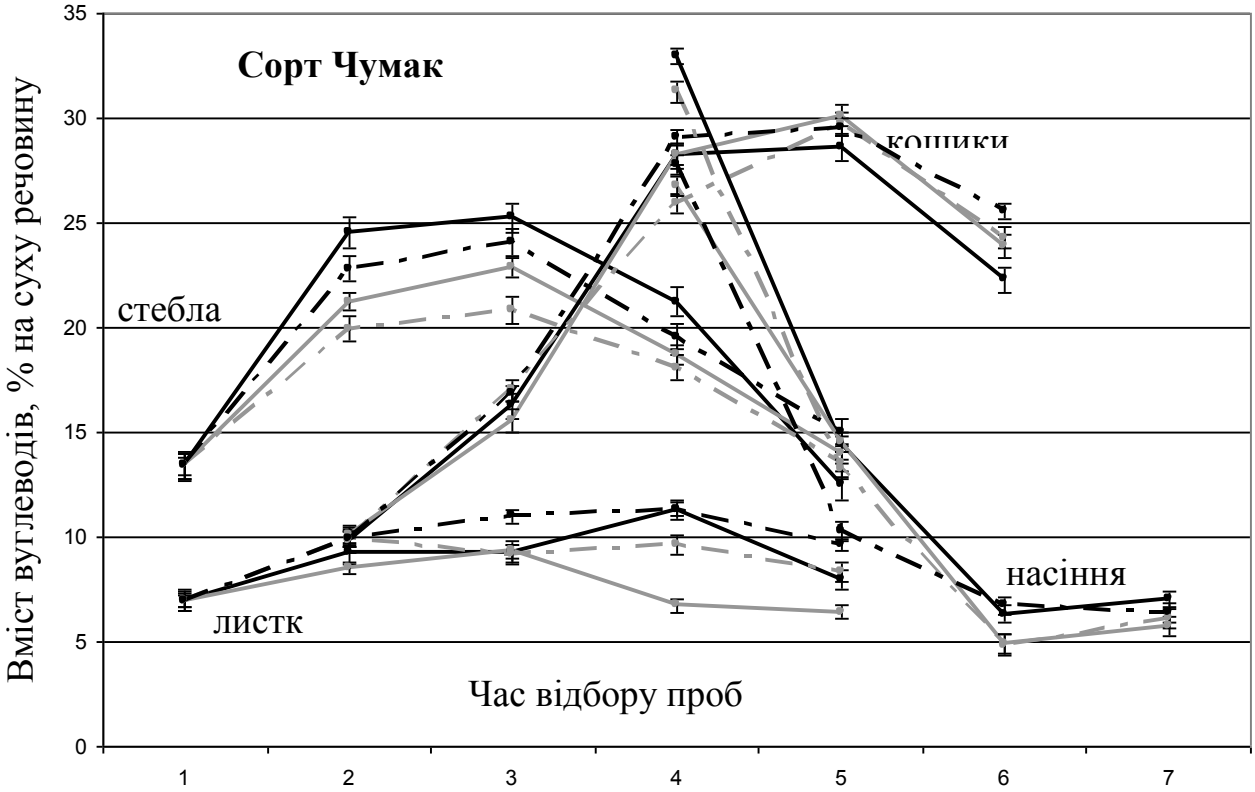

Рис. 1. Динаміка сумарного вмісту вуглеводів у надземних органах рослин соняшнику під впливом регуляторів росту (середні дані за 2006-2008 рр.).
- контроль, - хлормекватхлорид, суміш препаратів, - трептолем. Час відбору проб: 1 – доба обробки, 2-6 – 15-, 30-, 45-, 55-, 65-а доба після обробки, 7 – стигле насіння.

Аналіз динаміки вмісту суми вуглеводів дозволяє говорити про достатньо складний характер їх динаміки у вегетативних органах рослин соняшнику за дії препаратів. Відмічалося зростання вмісту вуглеводів у першій половині вегетації в стеблах соняшнику з наступним зменшенням його в тканинах у кінці вегетації, що

можна, очевидно, пояснити відтоком цукрів до кошиків.

Оскільки після утворення суцвіть ростові процеси у вегетативних органах суттєво уповільнюються, а ще дещо пізніше виникають нові потужні акцепторні зони – сім'янки, то основний потік асимілятів спрямований саме на формування плодів, з чим і пов'язане поступове зниження вмісту вуглеводів у надземних вегетативних органах. Зменшення вмісту вуглеводів у сім'янках у процесі достигання пов'язано з активним процесом олієутворення.

На кінець вегетації 2006 р. в стеблах рослин соняшника сума цукрів після застосування хлормекватхлориду була нижчою, ніж у контролі, на 10%, при обробці сумішшю стимулятора та інгібітора – практично не відрізнялася від контролю, а за дії трептолему перевищувала його на 11%. Одночасно вміст редукуючих цукрів був вищим контрольного за дії рістрегуляторів на 13-47% (рис. 2).

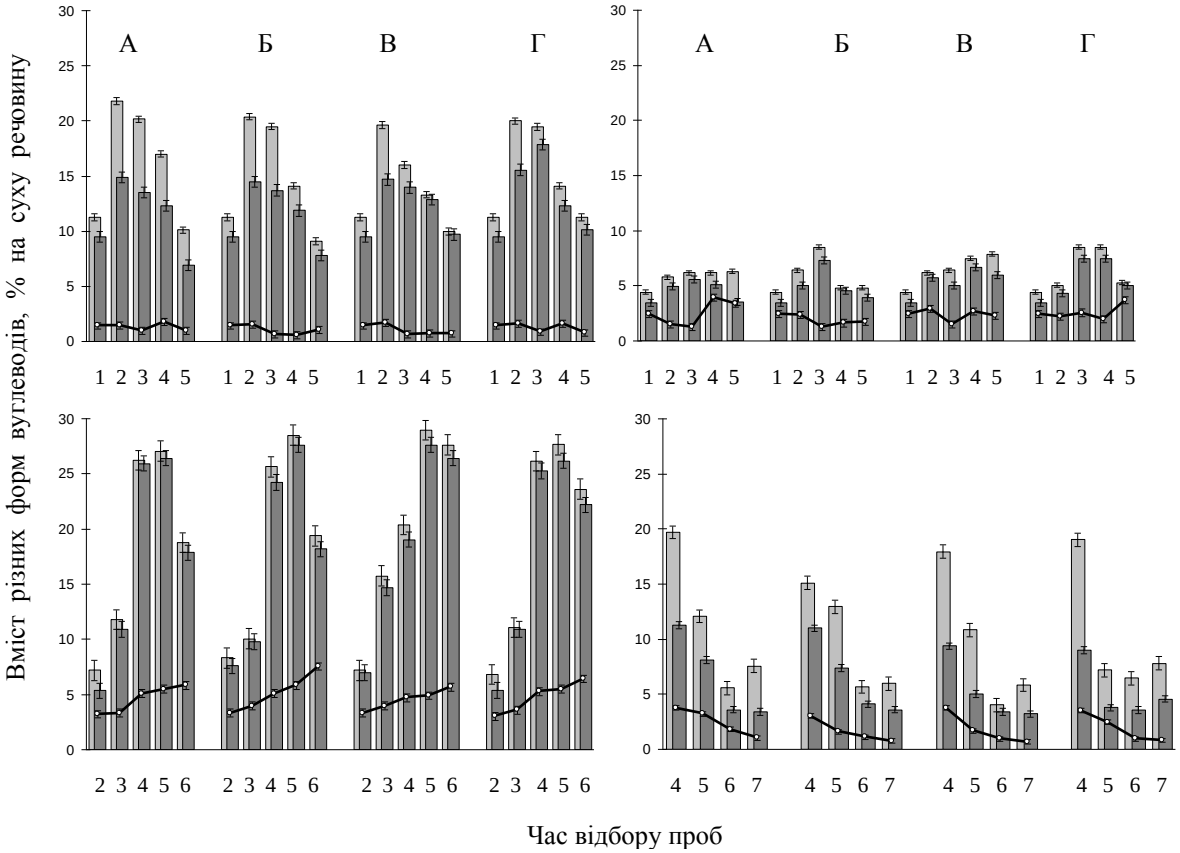

Рис. 2. Вплив регуляторів росту на вміст різних форм вуглеводів у рослинах соняшнику (2006 р.).
А – контроль; Б – хлормекватхлорид; В – суміш препаратів; Г – трептолем.
Час відбору проб: **1** – доба обробки, **2-6** – 15-, 30-, 45-, 55-, 65-а доба після обробки, **7** – стигле насіння. □ – сума цукрів; ■ – редукуючі цукри; ●——● – крохмаль.

Таким чином, регулятори росту збільшували частку транспортної форми цукрів у стеблах, що може бути передумовою посиленого їх накопичення у плодах. Вміст крохмалю у стеблах при застосуванні трептолему у суміші із ретардантом та

самостійно був нижчим контрольного на 26 і 28%, відповідно. Хлормекватхлорид сприяв накопиченню полісахариду у стеблах (10%).

У спекотних і посушливих умовах росту та розвитку 2007 р. відносний вміст суми цукрів і крохмалю в стеблах, листках і насінні був істотно вищий, ніж в умовах достатнього водозабезпечення як у контрольному, так і в дослідних варіантах. Крім того, за несприятливих умов вегетації суттєво зростала частка сахарози в усіх органах рослин соняшнику. На нашу думку, це пояснюється зменшенням відтоку асимілятів до зони активного росту – кошика, внаслідок посушливих умов вегетації та нагромадження нетранспортної форми цукрів. У цілому, найвищий вміст сахарози встановлено в насінні та стеблах рослин соняшнику (рис. 3).

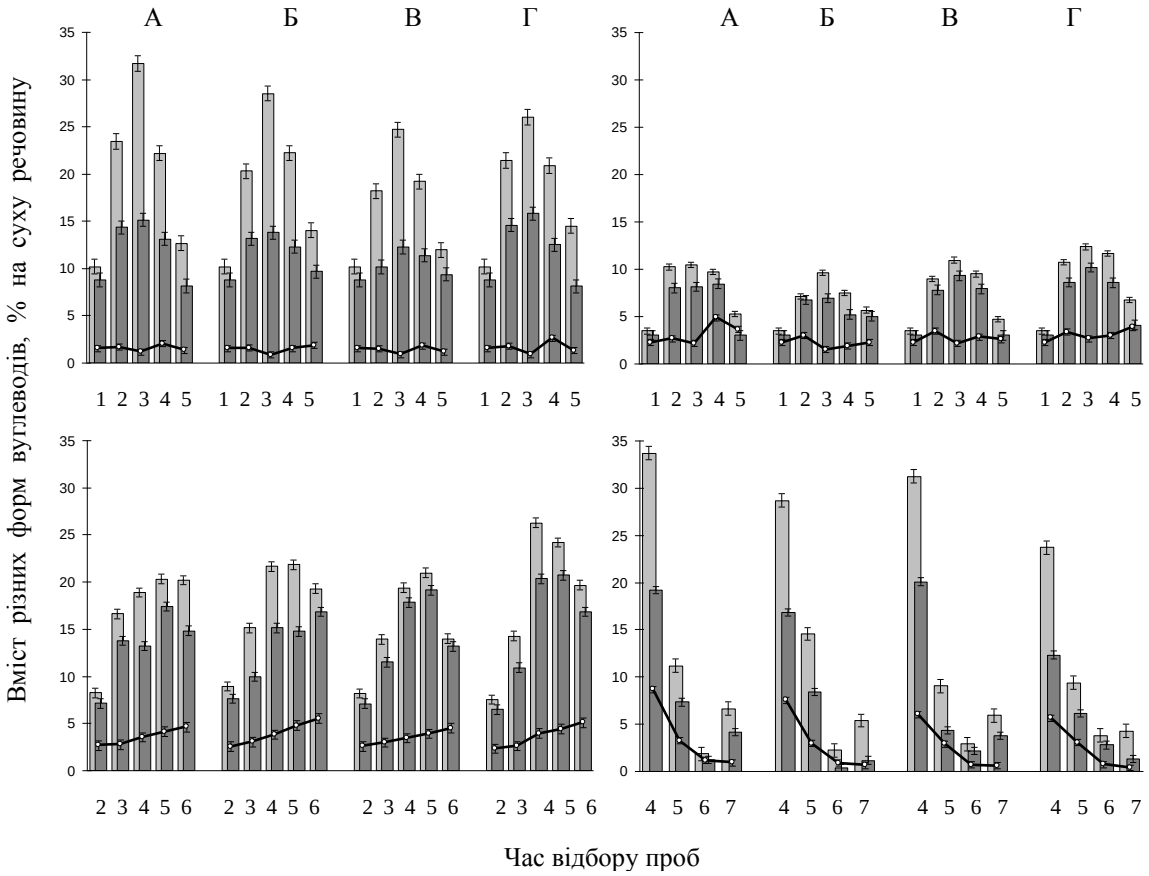

Рис. 3. Вплив регуляторів росту на вміст різних форм вуглеводів у рослинах соняшнику (2007 р.).
А – контроль; Б – хлормекватхлорид; В – суміш препаратів; Г – трептолем.
Час відбору проб: **1** – доба обробки, **2-6** – 15-, 30-, 45-, 55-, 65-а доба після обробки, **7** – стигле насіння. ☐ – сума цукрів; ☐ – редукуючі цукри; ●——● – крохмаль.

Ретардант та стимулятор росту збільшували суму цукрів у стеблах соняшника відповідно на 11 і 14%. За дії суміші препаратів даний показник був близьким до контролю. Хлормекватхлорид як самостійно (19%), так і в суміші із трептолемом (15%) посилював накопичення транспортних форм цукрів у стеблах,

які в подальшому спрямовуватимуться до суцвіть та плодів. При застосуванні трептолему вміст редукуючих цукрів був близьким до контролю. Як і в оптимальних умовах вегетації 2006 р., вміст крохмалю у стеблах зростав на кінець вегетації у рослин, оброблених антигібереліновим препаратом (37%), та був нижчим контролю при застосуванні трептолему (4%) і суміші різнонаправлених регуляторів росту (13%).

У більш комфортних умовах вегетації 2008 р. препарати обумовлювали зростання вмісту усіх форм вуглеводів у стеблах рослин соняшника. При цьому вміст сахарози суттєво не відрізнявся у дослідних варіантів від контролю. У фазу початку достигання насіння вміст редукуючих цукрів зростав на 22-46%, а вміст крохмалю – на 13-55% (рис. 4).

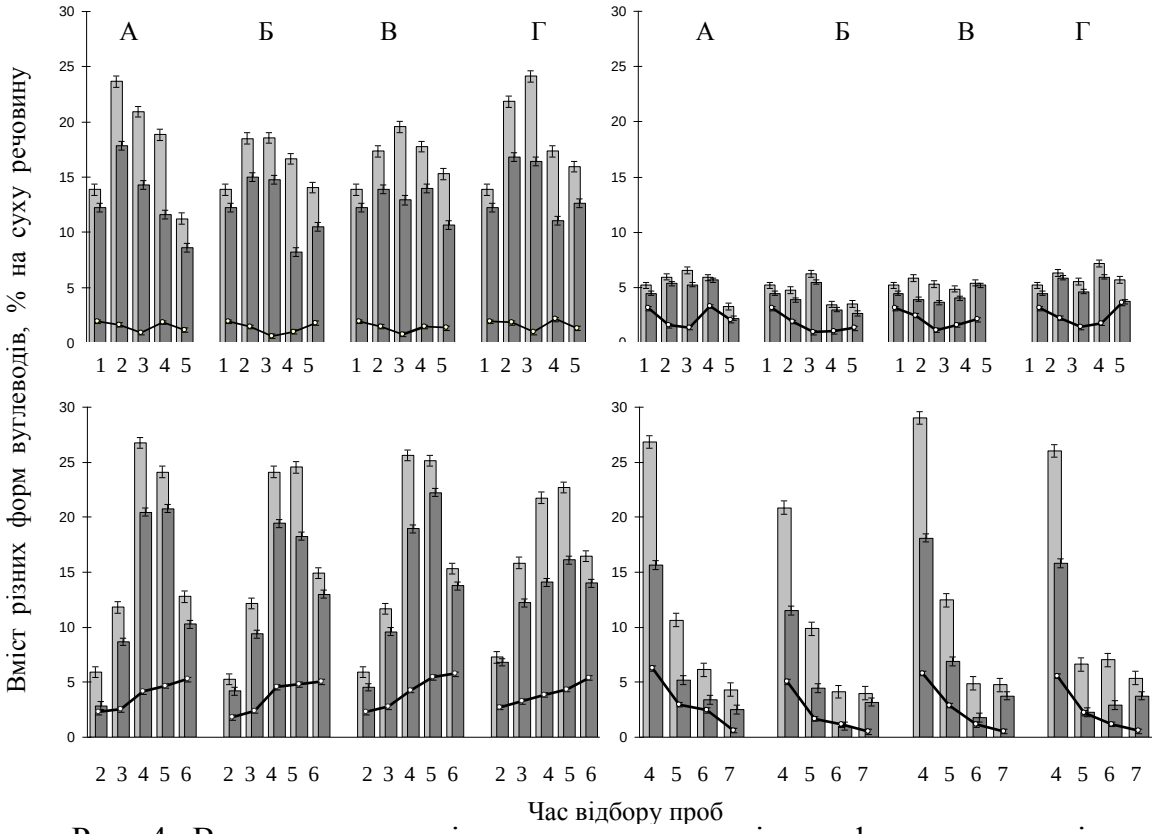

Рис. 4. Вплив регуляторів росту на вміст різних форм вуглеводів у рослинах соняшнику (2008 р.).
А – контроль; Б – хлормекватхлорид; В – суміш препаратів; Г – трептолем.
Час відбору проб: **1** – доба обробки, **2-6** – 15-, 30-, 45-, 55-, 65-а доба після обробки, **7** – стигле насіння. ▭ – сума цукрів; ▭ – редукуючі цукри; ——— – крохмаль.

У вегетаційний період 2006 р. в листках рослин соняшника, оброблених окремо інгібітором та стимулятором росту, спостерігалося зменшення суми цукрів на 24% та 16%, відповідно, тоді як за дії суміші цих препаратів показник зростав на 25%. Як і у стеблах, так і в листках контрольних рослин збільшення вмісту суми цукрів відбувалося за рахунок стабільної форми цукрів – сахарози. Вміст редукуючих цукрів при застосуванні всіх регуляторів росту перевищував контроль

на 11-66%. Нами також встановлено зростання вмісту крохмалю у листках на початку вегетації та зниження його у кінці. Ретардант посилював відтік полісахариду до кінця вегетації (хлормекватхлорид 50%, суміш препаратів 33% нижче контролю), тоді як стимулятор сприяв накопиченню його в листі (9%).

На кінець вегетації 2007 р. ретардант та стимулятор порізно збільшували вміст суми цукрів у листках рослин соняшника за рахунок редукуючих форм, тоді як під впливом їх суміші цей показник практично не змінювався.

Динаміка вмісту крохмалю була схожою із попереднім роком, лише значення зростання вмісту полісахариду у фазу цвітіння було значно нижчим у посушливих умовах вегетації 2007 р. в порівнянні з типовими вегетаційними умовами 2006 р. (рис. 2-4).

В усіх дослідних варіантах у 2008 р. вміст суми цукрів був більшим в основному фотосинтезуючому органі за рахунок редукуючих форм (рис. 3). На початку вегетаційного періоду спостерігалося накопичення полісахариду в основних фотосинтезуючих органах, а з початком формування кошиків та насіння його рівень суттєво знизився в порівнянні з контролем. Наприкінці вегетації у рослин, що зазнали дії трептолему, вміст крохмалю в листі знову перевищував контрольні показники (78%), при застосуванні суміші регуляторів росту він був близьким до контролю та залишився нижчим контрольного в оброблених хлормекватхлоридом рослин (35%).

Отже, у листках і стеблах рослин, оброблених ретардантом, як самостійно, так і в суміші із стимулятором, сумарний вміст цукрів був меншим, ніж у контролі, незалежно від умов вегетації. На нашу думку, це можна пояснити посиленням транспорту новоутворених асимілятів до зон росту та запасу. Вміст цукрів у вегетативних органах зростав під впливом трептолему в посушливих умовах вегетації 2007 р. та у вологих умовах росту і розвитку в другій половині вегетації 2008 р., що можна пояснити особливостями накопичення та перерозподілу різних форм вуглеводів за цих умов.

Аналіз динаміки крохмалю у вегетативних органах соняшнику свідчить, що найменший його вміст спостерігався в стеблах. Впродовж вегетації відбувалося зниження вмісту запасаючої форми вуглеводів незалежно від препарату та умов вегетації. У листках вміст крохмалю був дещо вищим. Максимальні значення величини даного показника у тканинах основного донора рослини спостерігалися на початку та в кінці вегетації. У період формування та наливу насіння відбувалося зменшення вмісту крохмалю в листках як у контролі, так і в досліді (рис. 2, рис. 3, рис. 4).

У 2006 р. у кошиках рослин соняшника усі форми вуглеводів знижувалися у порівнянні з контролем у фазу цвітіння та формування насіння та зростали або були близькими до контролю у фазу його наливу і дозрівання. Сума цукрів при застосуванні препаратів зростала на 6-72%, вміст редукуючих цукрів – на 2-48%, а вміст крохмалю – на 10-29%. Максимальні значення суми цукрів та редукуючих

форм цукрів і мінімальні значення вмісту крохмалю спостерігалися за обробки сумішшю регуляторів росту (рис. 2).

Посушливі умови росту та розвитку рослин соняшника у 2007 р. суттєво вплинули на динаміку накопичення та перерозподілу різних форм вуглеводів у кошиках. Препарати на 3-30% зменшували суму цукрів у суцвіттях на кінець вегетації. Найменшими були ці значення після застосування суміші регуляторів росту. Вміст редукуючих форм цукрів на кінець вегетації після застосування окремо хлормекватхлориду і трептолему перевищували контроль на 14% в обох випадках. Суміш цих препаратів обумовлювала зниження вмісту транспортних форм цукрів на 11%. Погодні умови вегетації практично не вплинули на динаміку перерозподілу та накопичення крохмалю у кошиках дослідних рослин. Зокрема, вміст полісахариду був більшим наприкінці вегетації при окремому застосуванні різнонаправлених регуляторів росту та близьким до контролю при використанні суміші.

Як і у попередні роки, в 2008 р. у кошиках соняшника обидва регулятори росту рослин сприяли накопиченню різних форм вуглеводів ближче до закінчення вегетаційного періоду. Накопичення суми цукрів відбувалося за рахунок редукуючих форм. Вміст крохмалю на початку вегетації зростав, а наприкінці знижувався, і був близьким до контролю.

В оптимальних умовах вегетації 2006 р. в соняшниковому насінні за обробки регуляторами росту сума цукрів була меншою або практично рівною контролю. Тоді, як вміст редукуючих форм перевищував контроль або дорівнював йому. Більш високі значення суми цукрів у контролі пов’язані із накопиченням сахарози.

У насінні рослин дослідних варіантів на кінець вегетації 2007 року вміст усіх форм вуглеводів був меншим контрольного на 10-69%. Слід відмітити, що за окремого застосування кожного регулятора росту суттєво знижувалася величина даного показника у порівнянні з контролем, на відміну від їх суміші. При цьому вміст крохмалю протягом вегетації незалежно від препарату постійно знижувався (рис. 3). Встановлено, що сума цукрів зростала у фази цвітіння та формування плодів за рахунок редукуючих форм. Ретардант уповільнював накопичення цукрів, а стимулятор посилював цей процес. Нами встановлено більш інтенсивну реутилізацію всіх форм вуглеводів за дії регуляторів росту, що сприятиме більш активному синтезу тригліцеридів – основної запасаючої форми органічних сполук у рослинах соняшника, незважаючи на несприятливі погодні умови вегетації.

Динаміка накопичення та реутилізації різних форм вуглеводів у насінні під час вегетації 2008 р. в цілому нагадувала таку, що відбувалася в типових погодних умовах 2006 р. У середині вегетації, під час активного формування насіння, відбувалося різке зниження усіх форм вуглеводів у плодах рослин, що зазнали дії регуляторів росту. Під час достигання вміст цукрів зріс до значень, що перевищували контрольні на 10-48%. В цей час вміст полісахариду був нижчим контрольного на 10-17% (рис. 4).

Таким чином, у рослинах соняшника сорту Чумак вміст різних форм вуглеводів в органах був найвищим у кошиках в період формування та наливу насіння та в насінні – в період його формування. Найменший вміст вуглеводів зафіксовано в листках соняшнику, що пов'язано з інтенсивним їх відтоком до стебел та кошиків. Впродовж всього періоду вегетації вміст крохмалю в кошиках зростав, а в насінні зменшувався. На нашу думку, це пов'язано з інтенсивним надходженням та використанням запасаючої форми вуглеводів для процесів формування та наливу насіння.

Сумарний вміст вуглеводів (цукри + крохмаль) в соняшниковому насінні за дії ретарданту та його суміші із стимулятором був нижчим, у порівнянні з контролем та варіантом із трептолемом, як у типових, так і в посушливих умовах вегетації. Очевидно, це пов'язано з інтенсифікацією процесів карпогенезу та синтезу олії в насінні за дії регуляторів росту. Під впливом трептолему вміст різних форм вуглеводів у насінні соняшнику не відзначався стабільністю.

У цілому, вміст вуглеводів на кінець вегетації в стиглому насінні соняшнику був найменшим за дії хлормекватхлориду та його суміші з трептолемом [20], ніж у контролі, що є позитивним фактом, який вказує на вищу якість насіння та забезпечує триваліший період його зберігання без негативних змін. При застосуванні трептолему результати були близькими до контролю (рис.1).

Аналіз результатів досліджень свідчить, що зменшення вмісту вуглеводів у вегетативних органах рослин соняшнику дослідних варіантів впродовж періоду росту забезпечувало приріст урожаю насіння з однієї рослини в порівнянні з контролем. Зокрема, за оптимальних погодних умов розвитку 2006 р. урожай насіння за дії хлормекватхлориду в соняшника сорту Чумак зростав на 8,3%, під впливом суміші препаратів – на 7,8%, а за дії трептолему – 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. Застосування хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші посилювало транспорт вуглеводів з листків та стебел до кошиків і насіння, внаслідок чого покращувалася продуктивність культури. Найефективнішим виявилося застосування ретарданту хлормекватхлориду та його суміші із стимулятором росту трептолемом.

Література

1. Белоногов Д. Е. Влияние гиббереллина и 6-бензиламинопурина на урожай семян и сухой массы клевера лугового / Д. Е. Белоногов, Т. А. Калининская, Т. В. Лихолат // Физиология растений. – 1983. – Т. 30, вып. 4. – С. 724-730.
2. Бобрышев Ф. И. Регуляторы роста в растениеводстве / Ф. И. Бобрышев. – Ставрополь : Ставропольское книжное издание, 1980. – 71 с.
3. Бодров В. П. Роль листьев в процессе роста и развития подсолнечника : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.12 / В. П. Бодров. – М., 1984.

– 27 с.
4. Голунова Л. А. Дія хлормекватхлориду на продуктивність та якість насіння *Glycine max* L. / Л. А. Голунова // Наукові записки ТДПУ імені В. Гнатюка. Серія : Біологія. – 2015. – №1. (62) – С. 68-72.
5. Деева В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В. П. Деева. – Минск: Белорус. наука, 2008. – 133 с.
6. Деева В. П. Ретарданты – регуляторы роста растений / В. П. Деева ; ред. Ю. В. Ракитин. – Мн. : Наука и техника, 1980. – 176 с.
7. 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.
8. Капля А. В. Изменение ростовых процессов и морозостойкости плодовых растений под действием хлорхолинхлорида / А. В. Капля, Т. А. Мороз, А. И. Тернавский // Устойчивость растений к неблагоприятным температурным условиям среды / отв. ред. О. И. Колоша. – К. : Наукова думка, 1976. – С. 31-44.
9. Князюк О. В. Вплив хлормекватхлориду на морфогенез і продукційний процес кукурудзи / О. В. Князюк // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету : Збірник наукових праць. – Біла Церква. – 2006. Вип. 35. – С. 66-70.
10. Кур’ята В. Г. Морфофізіологічні зміни в рослин *Helianthus annuus* під впливом хлормекватхлориду / Кур’ята В. Г., Рогач Т. І. // Вісник ЗНУ : Зб. наук. праць. Біологічні науки. – Запоріжжя : ЗНУ, 2009. – № 2. – С. 151-155.
11. 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.
12. Кур’ята В. Г. Фізіолого-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.
13. Кур’ята І. В. Функціонування донорно-акцепторної системи рослин у процесі проростання за дії гібереліну і ретардантів / І. В. Кур’ята // Физиология и биохимия культурных растений. – 2012. – 44. – №6. – С. 484–494.
14. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Починок Х. Н. – К. : Наук. думка, 1976. – 334 с.
15. Регуляторы роста растений / отв. ред. Н. И. Якушкина. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1964.
16. Регуляция роста, развития и продуктивности растений : междунар. науч. конф., 9-11 ноября 1999 г. : материалы конф. / Н. А. Ламан (ред. кол.). – Минск, 1999. – 247 с.
17. 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 ТДПУ. Серія : Біологія. – 2004. – № 3-4 (24). – С. 28-33.
18. 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 ТДПУ. Серія : Біологія. – 2017. – № 3 (70). – С. 174-179.
19. 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.
20. Рогач Т. І. Вплив суміші хлормекватхлориду і трептолему на якість продукції *Helianthus annuus* L. / Т. І. Рогач // Вісник УНУС. – 2015. – № 2. – С. 80-83.
21. 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.
22. Ткачук О. О. Вплив паклобутразолу на вміст вуглеводів у рослинах картоплі / О. О.

Ткачук // Наукові записки ТНПУ ім. В.Гнатюка. Серія: Біологія. – 2015. – №1. – С. 144-147.
23. Ткачук О.О. Вплив ретардантів на вміст різних форм вуглеводів в органах картоплі / О. О. Ткачук // Агробіологія. – № 11, Біла церква, 2013. – С. 94 – 97.
24. Физиолого-биохимические основы применения регуляторов роста в Сибири, 26 февраля – 1 марта 1985 г.: труды конф. / [редкол. : Р. К. Саляев, К. С. Гамбург (отв. редакторы) и др.]. – Иркутск : СИФИБР, 1986. – 138, [2] с.
25. Ходаніцька О. О. Вплив хлормекватхлориду на накопичення і перерозподіл вуглеводів між органами рослин льону олійного в процесі росту та урожайність культури / О. О. Ходаніцька, В.Г. Кур'ята, О.В. Корнійчук // Агробіологія : Збірник наукових праць Білоцерків. нац. аграр. ун-т. – Біла церква, 2011. – Вип. 6 (86). – С. 119-123.
26. Шевчук О. А. Дія ретардантів на накопичення та перерозподіл вуглеводів у вегетативних органах рослин цукрового буряка / О. А. Шевчук // Збірник наукових праць ВДАУ. – Вінниця, 2008. – Вип. 35. – С. 86-93.
27. Шеламова Н. А. Влияние физиологически активных соединений на жаро- и засухоустойчивость проростков пшеницы / Н. А. Шеламова, П. А. Генкель // Физиология растений. – 1987. – Т. 34, вып. 1. – С. 121-126.
28. Эрдели Г. С. Физиологические особенности влияния регуляторов роста разного типа на фосфорный обмен в листьях подсолнечника / Г. С. Эрдели, В. И. Звягинцев, Н. Г. Чугунова // Ученые записки. Т. CLXIX. Ботаника. Регуляторы роста и их действие на растения / под общ. ред. Н. И. Якушкиной. – М., 1967. – Вып. 3. – С. 148-157.
29. Якушкина Н. И. Влияние регуляторов роста на использование ассимилятов из листьев разного яруса / Н. И. Якушкина // Физиология растений. – 1962. – Т. 9, вып. 1. – С. 111-114.
30. Antognozzi E. Attivita vegetativa e produttiva, fotosintesi e contenuto in carboidrati in piante di olivo trattate con Paclobutrazolo / Evasio Antognozzi, Giuseppe Frenguelli // Ann. Fac. agr. Univ. studi Perugia. – 1987. – № 41. – P. 809-825.
31. Antognozzi E. Effetti del Paclobutrazolo (PP 333) sull'attivita 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.
32. Komarova V. The influence of growth regulator crossing on young apple trees photosynthesis activity under soil drought : abstr. 11th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, Varna, 7-11 Sept., 1998 / V. Komarova // Bulg. J. Plant Physiol. – 1998. – Spec. issue. – P. 308.
33. 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. – 8 (1). – C. 356-362. DOI: 10.15421/2018_222
34. Possibilities to use growth regulators in winter oilseed rape growing technology. 2. Effects of auxin analogeus on the formation of oilseed rape generative organs and plant winterhardiness / V. Gavelienė, L. Novickienė, L. Miliuvienė [et al.] // Agronomy Research. – 2005. – Vol. 3, № 1. – P. 9-19.
35. Steffens G. L. Influence of paclobutrazol (PP 333) on apple seeding growth and physiology / G. L. Steffens, S. Y. Wang, C. L. Steffens // Plant Growth regulator Soc. of America Annual Meeting, 10 Proc. – 1983. – P. 195-206.
36. Vreugdenhil D. Use of the growth retardant tetcyclacis for potato tuber formation in vitro / Dick Vreugdenhil, Petra Bindels, Poula Reinhoud // Plant Growth Regul. – 1994. – Vol. 14, № 3. – P. 257-265.