

# HYGIENIC NORMALIZATION OF THE NEW PLANT GROWTH REGULATOR PROHEXADIONE-CALCIUM IN AGROCENOSIS OBJECTS OF APPLE GARDEN

Semenenko V.M., Korshun M.M.

## ГІГІЄНІЧНЕ НОРМУВАННЯ НОВОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ПРОГЕКСАДІОН-КАЛЬЦІЮ В ОБ'ЄКТАХ АГРОЦЕНОЗУ ЯБЛУНЕВОГО САДУ

# В

**СЕМЕНЕНКО В.М.,  
КОРШУН М.М.**

Інститут гігієни та екології  
Національного медичного  
університету  
ім. О.О. Богомольця,  
м. Київ  
УДК 613:631.8:634.11

**ключові слова: регулятор  
росту рослин, гігієнічні  
нормативи, об'єкти  
агроценозу яблуневого  
саду, екотоксикологічний  
ризик, забруднення  
ґрунтових вод.**

а останні (10-15) років в Україні відбулося зниження урожайності плодівих культур, зокрема через економічні негаразди. Водночас розвиток промислового садівництва можливий за рахунок високого природно-економічного потенціалу нашої країни. Так, згідно з Програмою відродження і розвитку садівництва на період до 2025 року, у 2015 році планується збільшити загальну площу плодоносних яблуневих садів до 120,8 тис. га (нтні 74,8 тис. га) [1]. Саме яблуня, завдяки своїм властивостям та широкому використанню її плодів у переробній промисловості, була й залишається найбільш пріоритетною плодовою культурою в Україні.

У захисті яблуневих садів від збудників хвороб та шкідників важливу роль відіграє хімічний метод, ефективність якого є беззаперечною. Засоби хімізації на яблунях застосовують багаторазово протягом усього пе-

ріоду вегетації. Така інтенсивність використання пестицидів разом з економічною рентабельністю створює небезпеку для здоров'я людей, тварин та рослин, що в основному відбувається переважно у разі порушення гігієнічних та агротехнічних регламентів їх застосування. Вищезазначене вказує на необхідність повної гігієнічної оцінки нових хімічних засобів захисту яблунь з метою попередження їхнього шкідливого впливу на організм працівників та населення загалом.

Хімічний захист яблуневих садів базується переважно на застосуванні інсектицидів, акарицидів та фунгіцидів. При цьому кращий ріст і розвиток яблунь та покращання товарних якостей вирощеної продукції досягається використанням регуляторів росту рослин (PPP). Одночасне застосування PPP з сучасними пестицидними препаратами впродовж вегетаційного сезону

**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ НОВОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ПРОГЕКСАДИОН-КАЛЬЦИЯ В ОБЪЕКТАХ АГРОЦЕНОЗА ЯБЛУНЕВОГО САДА**

**Семененко В.Н., Коршун М.М.**

**Целью** исследования была эколого-гигиеническая оценка регулятора роста растений Регалис и научное обоснование гигиенических нормативов его действующего вещества прогексадион-кальция в яблоках, яблочном соке и почве.

**Материалы и методы.** **Натурные** исследования проведены в условиях Лесостепной агроклиматической зоны Украины. Яблоневый сад обрабатывали препаратом Регалис в максимальной норме расхода 2,5 кг/га двукратно. Отбор проб почвы и листьев яблонь осуществляли с 1 по 50 сутки, плодов яблонь - с 7 по 50 сутки после второй обработки, а также в момент сбора урожая. Определение остаточных количеств прогексадион-кальция в исследуемых объектах проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Обоснование максимально допустимого уровня (МДУ) вещества в яблоках и его ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) в почве проведено согласно "Методическим указаниям по гигиенической оценке новых пестицидов". Для оценки стабильности прогексадион-кальция в почве и растениях рассчитаны константа скорости распада, период полураспада и период

распада на 95%. **Экотоксикологический риск** определен по методике Мельникова Н.Н., опасность для здоровья населения вследствие загрязнения подземных вод оценена по методу Сергеева С.Г. и соавторов.

**Результаты.** В условиях Лесостепи Украины прогексадион-кальций является малостойким в почве и умеренно стойким в вегетирующих растениях. Обоснованы МДУ вещества в яблоках на уровне 0,05 мг/кг, в яблочном соке - "не требуется"; срок ожидания до сбора урожая - 30 суток после последней обработки, ОДК в почве - 0,2 мг/кг. Интегральный вектор опасности для здоровья населения загрязнения подземных вод прогексадион-кальцием соответствует среднему уровню (65,6 баллов). **Экотоксикологический риск** использования препаратов на основе прогексадион-кальция в почвенно-климатических условиях Лесостепи на 1-2 порядка ниже по сравнению с большинством инсектицидов из класса синтетических пиретроидов и фосфорорганических соединений и сопоставим с экотоксами современных инсектицидов (тиаметоксама, новалурона) и фунгицидов (трифлуксистробина, крезоксим-метила).

**Ключевые слова:** регулятор роста растений, гигиенические нормативы, объекты агроценоза яблоневое сада, экотоксикологический риск, загрязнение подземных вод.

© Семененко В.М., Коршун М.М. **СТАТТЯ, 2013.**

№3 2013 **ENVIRONMENT & HEALTH** 20

**HYGIENIC NORMALIZATION OF THE NEW PLANT GROWTH REGULATOR PROHEXADIONE-CALCIUM IN AGROECENOSIS OBJECTS OF APPLE GARDEN**  
**Semenenko V.M., Korshun M.M.**

The aim of the study was ecological and hygienic assessment of plant growth regulator Regalis and scientific substantiation of hygienic norms of its active substance prohexadione-calcium in apples, apple juice and soil.

**Materials and methods.** Field investigations were conducted in the agro-climatic conditions of Forest-steppe zone. Apple-tree orchard was treated with Regalis using twice a maximum application rate of 2,5 kg/ha. Soil and apple leaves sampling was carried out on 1-50 days, apple fruit sampling - from the 7 to the 50 days after the second treatment and at harvest. Determination of prohexadione-calcium residues in the samples was performed by high-effective liquid chromatography. Substantiation of the maximum permissible level (MRL) of the substance in apples and tentative allowable concentration (TAC) in soil was performed in accordance with "Guidelines for Hygienic Assessment of New Pesticides". Decomposition rate constant, half-life and decay time of 95% were calculated for the assessment of stability of prohexadione-calcium in

soil and plants. Eco-toxicological risk was defined by the N. Melnikov's method, hazard to public health due to the contamination of groundwater estimated by the S. Sergeiev's and co-authors' method.

**Results.** Prohexadione-calcium is low persistent in soil and moderately persistent in vegetative plants in the Ukrainian Forest-steppe. MRL of the substance in apples was substantiated on 0,05 mg/kg level, in apple juice - "not required"; the waiting period before harvest - 30 days after the last treatment, tentative allowable concentration in soil - 0,2 mg/kg. The integrated vector of public health hazard of groundwater contamination with prohexadione-calcium complies with the average level (65,6 points). Eco-toxicological risk of prohexadione-calcium based preparations usage in Forest-steppe soil-climatic conditions is on 1-2 orders of magnitude lower in comparison with class of insecticides - synthetic pyrethroids and organophosphorus compounds, and is comparable with ecotoxins of modern insecticides (thiamethoxam, novaluron) and fungicides (trifloxystrobin, kresoxim-methyl.)

**Keywords:** plant growth regulator, hygienic norms, agroecenosis objects of apple-tree orchard, eco-toxicological risk, groundwater pollution.

дозволяє зменшити норму витрат пестицидів на 20-25% без зниження захисного ефекту.

Представником сучасних РРР є препарат Регаліс виробництва фірми БАСФ, який призначений для формування стандартних пагонів яблуні та підвищення їхньої урожайності. Діючою речовиною (д.р.) препарату є прогексадіон-кальцій (кальцію 3-оксидо-5-оксо-4-пропіоніл-3-циклогексанкарбоксилат), вміст якого у препаративній формі становить 10%.

**Мета дослідження:** еколого-гігієнічна оцінка регулятора росту рослин Регаліс та наукове обґрунтування гігієнічних нормативів його діючої речовини прогексадіон-кальцію в яблуках, яблучному соку та ґрунті.

Поставлена мета досягалася шляхом вирішення таких задач: дослідження динаміки залишкових кількостей та оцінка стійкості прогексадіон-кальцію в об'єктах агроценозу яблуневого саду; обґрунтування максимально допустимих рівнів (МДР) прогексадіон-кальцію в яблуках і яблучному соку та його гігієнічний норматив у ґрунті; оцінка екоотоксикологічного ризику та небезпечності для здоров'я населення забруднення ґрунтових вод у разі застосування препарату Регаліс.

**Матеріали та методи.** Натурні дослідження проведено згідно з "Методическими указаниями по гигиенической оценке новых пестицидов" (МУ № 4263-87) в умовах Лісостепової

агрокліматичної зони України при допустимих метеорологічних параметрах. Обробку яблуневого саду препаратом Регаліс здійснено за допомогою вентиляторного обприскувача ОПВ-2000, агрегатованого з трактором Т-40, за максимальної норми витрат 2,5 кг/га, дворазово.

Відбір проб ґрунту та листя яблунь здійснювали з 1 по 50 добу, плодів яблунь — з 7 по 50 добу після другої обробки, а також у момент збору врожаю (107 доба). Визначення залишкових кількостей прогексадіон-кальцію у досліджуваних об'єктах здійснювали методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) відповідно до методичних вказівок МВ № 977-2010 та МВ № 978-2010. Межа кількісного визначення (МКВ) прогексадіон-кальцію у ґрунті становила 0,1 мг/кг, в яблуках та яблучному соку — 0,05 мг/кг.

Обґрунтування МДР досліджуваної речовини в яблуках, яблучному соку та її орієнтовно допустимої концентрації (ОДК) у ґрунті здійснено за "Методическими указаниями по гигиенической оценке новых пестицидов" (МУ № 4263-87).

Для оцінки стабільності прогексадіон-кальцію у ґрунті та рослинах були розраховані константа швидкості руйнації (k), період напіврозпаду і період розпаду на 95% ( $\tau_{50}$  і  $\tau_{95}$ ). Екоотоксикологічний ризик під час застосування досліджуваного РРР визначено за методикою 2, небезпечність для здоров'я насе-

лення внаслідок забруднення підземних вод оцінено за методом [3].

Математичну обробку отриманих результатів проведено на персональному комп'ютері за допомогою програми "Microsoft Excel".

**Результати та їх обговорення.** Вивчення деградації прогексадіон-кальцію у ґрунті у лабораторних і натурних умовах показало достатньо швидку мінералізацію речовини:  $\tau_{50}$  становить <1-4 доби,  $\tau_{90}$  — <1-39 діб [4]. Основний метаболіт — прогексадіон-деспропіоніл виявляли у поодиноких пробах у кількостях менше 5% від вихідної радіоактивності. Розпад прогексадіон-кальцію в анаеробних умовах, за низьких температур, у стерильному ґрунті відбувався повільніше, ніж в аеробних умовах, за більш високих температур та у нестерильному ґрунті. У деяких зразках ідентифіковано прогексадіон-кислоту та прогексадіон-деспропіоніл.

У результаті оцінки поведінки прогексадіон-кальцію у водних системах встановлено, що його гідролітичний розпад залежить від величини рН [4, 5]. Так, за рН 9 сполука стабільна ( $\tau_{50}$  — 83 дні); у кислому середовищі деградація відбувається значно швидше:  $\tau_{50}$  за рН 7 (20°C) становить 66 діб, а за рН 5 та рН4 — 3,2-5 діб та 2,5 доби відповідно [4]. У результаті гідролізу утворюється прогексадіон-деспропіоніл, кількість якого під кінець інкубації за рН 4 і 5 сягає 98% від

вихідної радіоактивності, за pH 7 — 26,2% та pH 9 — 3% [5].

Фотоліз  $^{14}\text{C}$ -міченого прогексадіон-кальцію вивчено у стерильних буферних розчинах з pH 5-9. За даними [4],  $\tau_{50}$  речовини за pH 7 становить 4 доби. Відзначено, що процес фотолізу відбувається дещо швидше у дистильованій воді (50 — 2,7 доби), порівняно з річковою водою ( $\tau_{50}$  — 6,3 доби). Встановлено, що за pH 5 деградація прогексадіон-кальцію здійснюється швидше, оскільки відбуваються 2 процеси — гідроліз та фотоліз. Речовина спочатку швидко гідролізується до прогексадіон-деспропіонілу, а потім у результаті фотолізу перетворюється на трикарболову та лимонну кислоти, які під кінець досліду склали 72,7% вихідної радіоактивності. Прогексадіон-кальцій не піддається мікробній деградації [5].

Величина коефіцієнта сорбції органічною складовою ґрунту (Кос) прогексадіон-кальцію коливається у межах 82-307 мг/г [4], що вказує на помірну рухомість сполуки у ґрунті та помірну небезпеку щодо забруднення ґрунтових вод.

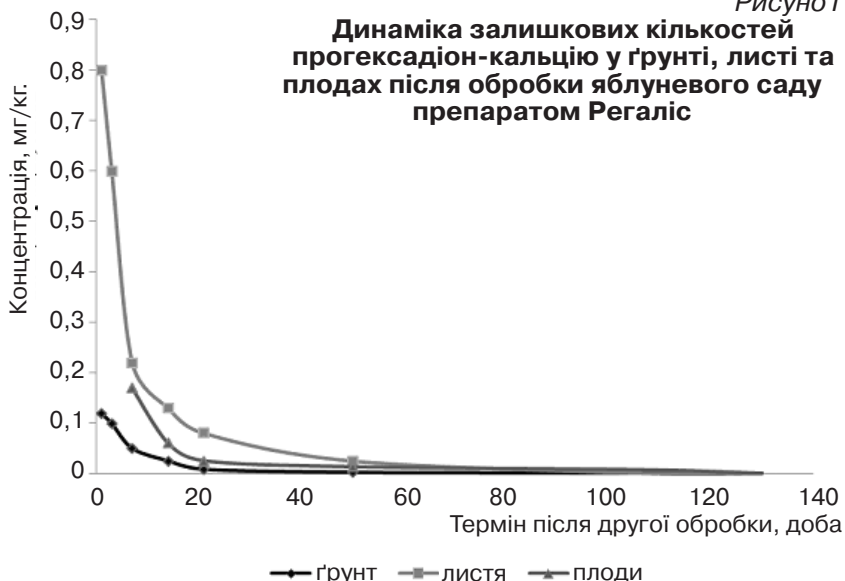
Вивчення метаболізму міченого  $^{14}\text{C}$  прогексадіон-кальцію в яблуках, оброблених з розрахунку 1,9 кг д.р./га (перевищує рекомендовану максимальну норму витрат 0,25 кг д.р. га у 7,6 рази) дворазово, показало, що за 45 днів після другої обробки вміст сполуки у плодах склав 0,305 мг/кг. Розпад прогексадіон-кальцію відбувався до прогексадіон-деспропіонілу, а далі — до трикарболової та лимонної кислот. Інші метаболіти не були ідентифіковані у зв'язку з дуже низьким їх вмістом [5].

У результаті проведених натурних досліджень в умовах Лісостепу України встановлено, що об'єкти агроценозу яблуневого саду забруднювалися залишковими кількостями прогексадіон-кальцію нерівномірно (рис.). Так, початкова концентрація речовини після другої обробки становила ( $M \pm m$ ) у ґрунті  $0,12 \pm 0,02$  мг/кг; у листі —  $0,80 \pm 0,01$  мг/кг; у плодах, які з'явилися і вперше були відібрані на 7 добу після останньої обробки яблунь, —  $0,17 \pm 0,01$  мг/кг. У подальшому спостерігали зниження залишкових кількостей прогексадіон-кальцію в усіх об'єктах, яке відбувалося швидше у ґрунті, порівняно з листям та плодами.

Зниження залишків досліджуваної речовини у ґрунті, листі та плодах найбільш інтенсивно відбувалося у перші 10-15 днів після останньої обробки та загалом підкорялося експоненціальній залежності. Фактичні дані про динаміку залишкових кількостей прогексадіон-кальцію в об'єктах агроценозу яблуневого саду дозволили нам розрахувати методом найменших квадратів величину константи швидкості руйнації ( $k$ ) і встановити періоди напіврозпаду ( $\tau_{50}$ ) та майже повного розпаду ( $\tau_{95}$ ) речовини у досліджуваних об'єктах (табл. 1).

За даними літератури та результатами власних натурних спостережень за стабільністю у ґрунті, прогексадіон-кальцій можна віднести до малостійких пестицидів (IV клас небезпечності), у листі та плодах яблуні — до помірно стійких (III клас) згідно з гігієнічною класифікацією пестицидів за ступенем небезпечності (ДСанПіН 8.8.1.002-98).

Рисунку 1



Згідно з МУ № 4263-87 проведено обґрунтування МДР прогексадіон-кальцію у харчових продуктах рослинного походження. Для цього насамперед було розраховано безпечний вміст речовини у досліджуваних продуктах, виходячи з їх добового споживання та допустимої добової дози (ДДД) досліджуваної речовини, яка науково обґрунтована нами на рівні 0,02 мг/кг. Допустиме добове надходження (ДДН) прогексадіон-кальцію до організму людини середньою масою тіла 60 кг становить 1,2 мг. Виходячи з принципу комплексного нормування пестицидів та РРР найбільша кількість прогексадіон-кальцію, яка може надійти до організму людини з продуктами харчування протягом доби, становить 70% від ДДН, тобто 0,84 мг.

Дослідження з оцінки органолептичних властивостей яблук, вирощених з застосуванням РРР Регаліс, та свіжовиготовленого з них соку були здійснені методом "закритого трикутника". Яблука та яблучний сік аналізували без кулінарної обробки. Встановлено, що розмір, форма, колір, консистенція, вигляд на розрізі, запах та смак яблук з оброблених досліджуваним РРР дерев не відрізнялися від аналогічних характеристик контрольних зразків, отриманих без застосування препарату Регаліс. Колір, консистенція, запах та смак яблучного соку виготовленого з плодів, під час вирощування яких застосовували досліджуваний препарат, та контрольних плодів були однаковими.

Натурні дослідження показали, що залишкові кількості прогексадіон-кальцію у плодах яблунь за 21 добу після останньої обробки були на рівні, нижчому за МКВ (0,05 мг/кг). Під час збирання врожаю (107 доба після останньої обробки) залишки досліджуваної речовини були відсутні і у плодах, і у виготовленому з них соку, що пов'язано з ранніми термінами обробки яблуневих садів препаратом та достатньо швидкою деградацією прогексадіон-кальцію у даній культурі. На підставі отриманих результатів було обґрунтовано величину МДР речовини в яблуках на рівні 0,05 мг/кг. Встановлювати МДР прогексадіон-кальцію в яблучному соку немає потреби.

Розрахункове добове надходження до організму людини прогексадіон-кальцію при се-

редньодобовому споживанні 0,125 кг яблук з вмістом речовини на рівні рекомендованого нормативу становитиме 0,006 мг, що не перевищить 0,5% від ДДН, або 0,7% від розрахункового безпечного надходження з харчовими продуктами. Зазначене дає підстави для можливо-го розширення сфери застосування препаратів на основі прогексадіон-кальцію на інші сільськогосподарські культури, зокрема плодови.

Враховуючи те, що за 21 добу після останньої обробки яблуневого саду препаратом Регаліс вміст залишкових кількостей прогексадіон-кальцію у плодах був нижчим за МКВ,  $\tau_{50}$  та  $\tau_{95}$  речовини в яблуках (13,1±0,1 та 56,9±0,2 доби відповідно), рекомендовано термін очікування до збирання врожаю 30 діб, що гарантуватиме безпечність даної продукції для населення.

Для визначення ймовірної концентрації прогексадіон-кальцію у плодах яблунь на 30 добу після останньої обробки, коли, згідно з рекомендованим терміном очікування, вже можливе збирання врожаю, було проведено розрахунок за формулою:

$$C_t = 0,17 \times e^{-0,053t}$$

де  $C_t$  — концентрація речовини на момент часу  $t$ , мг/кг; 0,17 — середня вихідна концентрація прогексадіон-кальцію згідно з результатами натурального експерименту, мг/кг; 0,053 — константа швидкості руйнації прогексадіон-кальцію, доба<sup>-1</sup> (табл. 1);  $t$  — час після останньої обробки, доба.

Отримане значення  $C_{30}$  становить 0,035 мг/кг, що у 1,4 рази нижче за рекомендовану МДР та доводить обґрунтованість запропонованого терміну очікування.

Для остаточної оцінки небезпечності для здоров'я населення забруднення підземних вод прогексадіон-кальцієм у разі застосування препарату Регаліс був використаний метод, який запропонований Сергєєвим С.Г. та співавторами [3]. Обраний метод заснований на принципах встановлення інтегрального вектора небезпечності (R), для розрахунку якого запропоновано застосовувати такі показники: показник можливої міграції речовини з ґрунту у підземні води (Groundwater Ubiquity Score/GUS), період напіврозпаду внаслідок гідролізу речовини у воді ( $DT_{50}$ ) та зона біологічної дії (Z biol.ef.).

Значення GUS, розраховане виходячи з  $\tau_{50}$  прогексадіон-кальцію у ґрунтово-кліматичних умовах України (5,6 доби) і середньої величини  $K_{oc}$  (195 мл/г), дорівнює 1,3, відповідає низькому рівню ймовірного потрапляння досліджуваного РРР в підземні води та оцінюється у 30 балів.

Згідно з даними літератури [4], усереднене значення  $DT_{50}$  у воді прогексадіон-кальцію за рН 7 становить 66 діб і потрапляє у межі 31-100 діб, що відповідає середньому рівню небезпечності забруднення підземних вод і оцінюється у 50 балів 3.

Зона біологічної дії, розрахована виходячи з середньосмертельної дози прогексадіон-кальцію у разі одноразового введення у шлунок щурів (>5000 мг/кг [4]) і порогу хронічної дії за перорального надходження (94 мг/кг [4]), становить 53,2, відповідає низькому рівню небезпечності забруднення підземних вод за критерієм токсичності та кумулятивності досліджуваної речовини та оцінюється у 30 балів.

Інтегральний вектор небезпечності забруднення підземних вод прогексадіон-кальцієм, розрахований виходячи з бальної оцінки усіх трьох критеріїв, становить 65,6 балів, що, згідно з оціночною шкалою 3, відповідає середньому рівню небезпечності для здоров'я населення забруднення підземних вод. Зазначене вказує на необхідність обов'язкового врахування можливості міграції у системі "ґрунт-підземні води" під час обґрунтування ОДК прогексадіон-кальцію у ґрунті.

Саме тому, обґрунтовуючи розрахунковий норматив прогексадіон-кальцію у ґрунті, використали не лише чинну методiku (МУ № 4263-87), яка враховує залежність гранично допустимої концентрації (ГДК) у ґрунті від МДР у продуктах харчування рослинного походження, а й методики, запропоновані у [6, 7], які передбачають мо-

жливість не лише транслокації у сільськогосподарські рослини, а й надходження у підземні та поверхневі водойми і пропонують рівняння залежності ГДК у ґрунті від МДР та ГДК у воді водойм.

Для обґрунтування ОДК досліджуваної речовини у ґрунті за МУ № 4263-87 було використано значення МДР прогексадіон-кальцію в яблуках — 0,05 мг/кг. Розрахована при цьому величина  $Y$  становить 0,16 мг/кг (табл. 2).

Крім того, проведені розрахунки ОДК прогексадіон-кальцію у ґрунті, згідно з [6, 7], виходячи з величини МДР 0,05 мг/кг і ГДК у воді водойм 0,03 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2).

Відповідно до [6] підвищення надійності нормативу ОДК забезпечує обрання найменшої з розрахованих величин та врахування 3-х коефіцієнтів запасу.

В якості найменшого значення  $Y$  з розрахованих за шістьма рівняннями, запропонованими у [6], було обрано значення 0,29 мг/кг, отримане, спираючись на величину МДР у яблуках. Дуже близьким до нього було значення 0,31, отримане, виходячи з ГДК у воді водойм. Усі 3 коефіцієнти запасу були прийнято за одиницю, оскільки прогексадіон-кальцій є малостійким та помірно рухомих у ґрунті, а також враховуючи, що внаслідок руйнації речовини у ґрунті утворюються менш стабільні та менш токсичні метаболіти. Таким чином, згідно з [6], величина ОДК прогексадіон-кальцію у ґрунті

Таблиця 1  
**Показники деградації прогексадіон-кальцію в об'єктах агроценозу після обробки яблуневого саду препаратом Регаліс (n=6)**

Область	Спосіб обприскування	Об'єкт	Показники швидкості руйнації, $M \pm m$		
			к, доба-1	$\tau_{50}$ , доба	$\tau_{95}$ , доба
Черкаська	Вентиляторне	ґрунт	0,124±0,0064	5,6±0,3	33,4±5,7
		Листя	0,115±0,0043	6,0±0,2	26,1±1,0
		Плоди	0,053±0,0002	13,1±0,1	56,9±0,2

становить 0,29 мг/кг. За рівнянням, запропонованим у [7], було отримано найбільше значення  $Y = 0,65$  мг/кг, яке не враховували у подальших міркуваннях щодо обґрунтування ОДК прогексадіон-кальцію (табл. 2).

Таким чином, ОДК досліджуваної речовини, що обґрунтовані за МУ № 4263-87 та [6], становлять 0,16 мг/кг та 0,29 мг/кг відповідно. З урахуванням принципу аґравації при гігієнічному нормуванні ОДК прогексадіон-кальцію у ґрунті обґрунтовано на рівні 0,2 мг/кг, що гарантує дотримання гігієнічних нормативів сполуки в яблуках та у воді водою господарсько-питного та культурно-побутового водокористування. Метод визначення прогексадіон-кальцію у ґрунті (МВ № 977-2010) дозволяє контролювати запропонований гігієнічний норматив, оскільки його МКВ — 0,1 мг/кг, становить 50% від ОДК.

Згідно з методикою 2 було здійснено оцінку потенційного екоотоксикологічного ризику використання препаратів на основі прогексадіон-кальцію. За одиницю екотоксу прийнято екоотоксикологічну небезпечність інсектициду дихлордифенілтрихлорметилметану (ДДТ) за норми витрат 1 кг/га, персистентності — 312 тижнів та DL50 (щури) — 300 мг/кг.

Враховуючи період напіврозпаду прогексадіон-кальцію у ґрунті у ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу України (0,8 тижнів), максимальну норму витрати діючої речовини у разі дворазового обприскування (0,5 кг/га) та DL<sub>50</sub> для щурів при введенні у шлунок (>5000 мг/кг), екоотоксикологічний ризик досліджуваної речовини становить  $8,0 \times 10^{-5}$ . Отримане значення екотоксу прогексадіон-кальцію є на 4 порядки нижчим, ніж ДДТ (1,04). Екотокс

прогексадіон-кальцію дещо нижчий за екотокси представників перспективних інсектицидів тіаметоксаму і новалурону ( $1,28 \times 10^{-4}$  і  $1,20 \times 10^{-4}$  відповідно) та фунгіцидів трифлуксистробіну і крезоксим-метилу ( $1,20 \times 10^{-4}$  і  $1,60 \times 10^{-4}$  відповідно) [2], що застосовують в яблуневих садах.

Під час співставлення екотоксу прогексадіон-кальцію та інсектицидів з класу синтетичних піретроїдів, дозволених для захисту яблунь, встановлено, що екотоксичність досліджуваної речовини на 1 порядок нижча відносно більшості з них (зокрема циперметрину, дельтаметрину та лямбда-цигалотрину) [2, 8] та на 2 порядки нижча відносно більшості фосфорорганічних сполук (зокрема діазинону) [2]. Таким чином, в умовах Лісостепової агрокліматичної зони України прогексадіон-кальцію притаманний низький потенційний ризик негативних наслідків для наземних біоценозів, що з еколого-гігієнічних позицій надає переваг препаратам на його основі, зокрема регулятора росту рослин Регаліс.

#### Висновки

1. Прогексадіон-кальцій (діюча речовина препарату Регаліс) за стабільністю у ґрунті у ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу України є малостійким і, згідно з чинною гігієнічною класифікацією пестицидів, може бути віднесений до IV класу небезпечності, за стійкістю у вегетуючих сільськогосподарських культурах — помірно стійким (III клас небезпечності).

2. МДР прогексадіон-кальцію обґрунтовано у плодах яблуні на рівні 0,05 мг/кг при МКВ методу ВЕРХ 0,05 мг/кг, в яблучному соку — "не потребує"; термін очікування до збирання врожаю — 30 днів після останньої обробки. Розрахункова концентрація

прогексадіон-кальцію, яка ймовірно може бути в яблуках на цей час, становить 0,035 мг/кг, що в 1,4 рази нижче за рекомендовану МДР. Добове надходження прогексадіон-кальцію до організму людини з яблуками за умови дотримання запропонованих МДР не перевищить 0,5% від допустимого, розрахованого виходячи з допустимої добової дози.

3. Інтегральний вектор небезпечності для здоров'я населення забруднення підземних вод прогексадіон-кальцієм становить 65,6 балів, відповідає середньому рівню та вказує на необхідність обов'язкового врахування можливості міграції у системі "ґрунт-підземні води" під час обґрунтування ОДК прогексадіон-кальцію у ґрунті. Регресійні моделі, що описують залежність ГДК у ґрунті від нормативів у суміжних середовищах (продуктах харчування та воді водою), дозволили встановити величину ОДК прогексадіон-кальцію у ґрунті на рівні 0,2 мг/кг.

4. Потенційний екоотоксикологічний ризик у разі використання препарату Регаліс на основі прогексадіон-кальцію у ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепової зони України є на 4 порядки нижчим, ніж у ДДТ та на 1-2 порядки нижчим, ніж у більшості інсектицидів з класу синтетичних піретроїдів та фосфорорганічних сполук. Екотокс прогексадіон-кальцію співставний з екотоксами інсектицидів тіаметоксаму і новалурону та фунгіцидів трифлуксистробіну і крезоксим-метилу.

5. У реальних умовах агропромислових комплексів у разі використання традиційних технічних засобів, дотриманні встановлених гігієнічних нормативів і регламентів застосування регулятора росту рослин Регаліс в яблуневих садах не становить небезпеки для наземних екосистем та здоров'я населення.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Гриник І.В. Сади України: учора, сьогодні, завтра / І.В. Гриник, О.М.Литовченко, І.К. Омельченко // Сад, виноград і вино України. — 2012. — № 1-2. — С. 4-9.
- Мельников Н.Н. Сравнительная экотоксикологическая опасность некоторых инсектицидов — производных фосфорных кислот, карбаминовой кислоты и синтетических пиретроидов / Н.Н. Мельников, С.Р. Белан. — Агрехимия. — 1997. — № 1. — С. 70-72.
- Сергеев С.Г. Индикаторные критерии и прогноз опасности загрязнения подземных вод герби-

Таблиця 2  
Розрахунок ОДК прогексадіон-кальцію у ґрунті

Формули для розрахунку	Розрахункові ОДК, мг/кг	Джерела рівнянь
$Y = 1,15 + 0,76 \lg \text{МДР}$	0,16	МУ № 4263-87
$Y = 0,27 + 0,55 \text{МДР}$	0,30	[6]
$Y = 1,11 + 0,53 \lg \text{МДР}$	0,42	
$Y = 1,29 \times \sqrt{\text{МДР}}$	0,29	
$Y = 0,24 + 2,49 \text{ГДКв.в.}$	0,31	
$Y = 1,02 + 0,31 \lg \text{ГДКв.в.}$	0,55	
$Y = 2,28 \times \sqrt{\text{ГДКв.в.}}$	0,40	[7]
$Y = 0,568 + 0,084 \ln \text{ГДКв.в.}$	0,65	

Примітка:  $Y$  — ОДК у ґрунті, мг/кг.

цидами на основе эфирных кислот. Современные проблемы токсикологии / С.Г. Сергеев, А.П. Гринько, И.В. Лепешкин и др. — 2010. — № 2-3. — С. 76-79.

4. The e-Pesticide Manual: A World Compendium The e-Pesticide Manual / Version 3.2 2005-06. Thirteenth Edition: CDS Tomlin, 2005. — 1 электрон. опт. диск (CD); 12 см. — Систем. требования: Pentium; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 95/98/2000/NT/XP.

5. Prohexadione Calcium. — Режим доступа: <http://publications.gc.ca/collections/Collection/H113-7-2006-7E.pdf>.

6. Коршун М.М. До питання удосконалення розрахункового нормування вмісту пестицидів у ґрунті. — Гігієна населених місць. — 2004. — № 43. — С. 156-164.

7. Моложанова Е.Г. Перспективы развития гигиенического нормирования химических антропогенных соединений в почве / Е.Г. Моложанова, Л.П. Петрашенко, Т.В. Юрченко и др. — Гигиена населенных мест. — 2001. — Т. 1, № 38. — С. 247-249.

8. Коршун О.М. Еколого-гігієнічне обґрунтування регламентів безпечного застосування сучасних хімічних засобів захисту яблуневих садів: автореф. дис. — К., 2008. — 20 с.

#### REFERENCES

1. Hrynyk I.V., Lytovchenko O.M., Omelchenko I.K. Sad, vynohrad i vyno Ukrainy. 2012 ; 1-2 : 4-9. (in Ukrainian)

2. Melnikov N.N., Belan S.R. Ahrokhimiia. 1997 ; 1 : 70-72. (in Russian)

3. Sergeiev S.H., Grinko A.P., Lepioshkin I.V. et al. Sovremennyye problemy toksikologii. 2010 ; 2-3 : 76-79. (in Russian)

4. The e-Pesticide Manual: A World Compendium The e-Pesticide Manual / Version 3.2 2005-06. Thirteenth Edition : CDS Tomlin, 2005. - 1 elektron. opt. dysk (CD); 12 sm. - System. vymohy: Pentium; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 95/98/2000/NT/XP.

5. Prohexadione Calcium. - Available: <http://publications.gc.ca/collections/Collection/H113-7-2006-7E.pdf>.

6. Korshun M.M. In: Hihiena naselenykh mist [Hygiene of Settlements]. Kyiv ; 2004 ; 43 : 156-164. (in Ukrainian)

7. Molozhanova E.H., Petrashenko L.P., Yurchenko T.V. i dr. In: Gihiena naselennykh mest [Hygiene of Settlements] . 2001 ; 38 (1) : 247-249. (in Russian)

8. Korshun O.M. Ekoloho-hihienichne obhruntuvannya rehlamentiv bezpechnoho zastosuvannya suchasnykh khimichnykh zasobiv zakhystu yablunevykh sadiv [Ecological-Hygienic Substantiation of the Regulations of Modern Chemical Ways of the Protection of Apple Gardens: Abstract of Dissertation. ...Can. Biol. Sciences]. Kyiv ; 2008 : 20 p. (in Ukrainian)

Надійшла до редакції 12.04.2013.

## FOR THE ISSUE OF SUBSTANTIATION OF THE HYGIENIC REQUIREMENTS TO THE FOUNTAINS

Zorina O.V.

### ДО ПИТАННЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ГІГІЄНИЧНИХ ВИМОГ ЩОДО ВЛАШТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФОНТАНІВ



**ЗОРИНА О.В.**

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМНУ", м. Київ

УДК 614.777:725.948 (083)

Фонтани — гідротехнічні споруди, які влаштовують як малі архітектурні форми для благоустрою населеного пункту з декоративною і оздоровчою метою на територіях парків, спортивних споруд і подібних об'єктів, а також у закритих приміщеннях. Вони створюють сприятливий для здоров'я мікроклімат, зволожуючи та очищуючи повітря. У фонтанах можливе розпилення води, утворення струменів тощо. Для фонтанів застосовують проточну (проточні фонтани) або оборотну схеми водопостачання (рециркуляційні фонтани) з урахуванням техніко-економічної доцільності. Проточну схему застосовують для малих

#### К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ОТНОСИТЕЛЬНО УСТРОЙСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ФОНТАНОВ

**Зорина О.В.**

ГУ "Институт гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева НАМНУ", г. Киев

**Цель исследований.** Разработка и обоснование гигиенических требований и рекомендаций относительно эксплуатации фонтанов и предупреждения риска заболеваемости населения.

**Методы исследований.** При проведении исследований использованы методы нормативно-поисковый, санитарно-гигиенический и экспертной оценки.

**Результаты.** Фонтаны - гидротехнические сооружения, которые устраивают как малые архитектурные формы с декоративной целью и для улучшения параметров среды жизнедеятельности человека. Фонтаны могут предусматривать распыление воды, образование струй и т.д. В зависимости от схемы водоснабжения фонтаны могут быть рециркуляционного (с оборотной схемой) или проточного типа (с проточной схемой). Безопасность эксплуатации фонтанов зависит от многих факторов: качества исходной воды, схем водоснабжения и водоотведения, технологии водоподготовки, материалов поверхностей, наличия периодических санитарно-гигиенических мероприятий и контроля качества воды перед ее поступлением в чашу фонтана, а также воздуха в неблагоприятной для человека зоне дыхания. С целью предупреждения заболеваемости населения, связанной с микробиологическим и химическим загрязнением воды фонтанов, ныне разработан проект документа, содержащий гигиенические требования относительно устройства и безопасной эксплуатации этих сооружений.

© Кудиевский Я.В., Кальниш В.В.  
СТАТТЯ, 2013.