

*Результаты. Установлено, что в почвенно-климатических условиях Украины экотоксикологический риск при использовании гербицида Стратос Ультра на основе циклоксидима составляет  $7,23 \times 10^{-5}$ , индекс персистентности составляет – 0,22 недели, индекс GUS – 2,01, индекс LEACH – 7,19 и интегральный вектор (R) – 94 балла.*

*Вывод. Показано, что при применении исследуемого гербицида экотоксикологический риск циклоксидима на 5 порядков ниже от ДДТ. По индексу потенциального вымывания в грунтовые воды (GUS) вещество отнесено к среднему уровню опасности, по интегральному вектору (R) и индексу LEACH соответствует высокому уровню опасности загрязнения подземных и поверхностных вод, по индексу персистентности – низкий уровень загрязнения почвы исследуемым гербицидом.*

### **EVALUATION OF POTENTIAL ECOTOXICOLOGICAL RISK OF HERBICIDE STRUCTURE OF ULTRA AND ITS EXISTING SUBSTANCE OF CYCLOXIDIS**

*T.O. Gulay, S.T. Omelchuk, A.M. Antonenko*

*Introduction. Failure to comply with the rules and regulations in the pesticides application can lead to environmental pollution, in particular, soil and groundwater occupy the first place by pollution level.*

*The purpose of the study – was to assess the potential ecotoxicological hazards of Stratos Ultra herbicide and its active substance cycloxydim, the risk of contamination of surface and groundwater by cycloxydim.*

*Materials and methods of research. An estimation of the environmental hazard of Stratos Ultra herbicide has been carried out on the basis of ecotoxicological hazard assessment (ecotox), integral hazard vector (R), groundwater ubiquity score (GUS), leaching potential (LEACH) indices.*

*Results. It was established that in the soil and climatic conditions of Ukraine the ecotoxicological risk of Stratos Ultra herbicide on cycloxydim basis application is  $7,23 \times 10^{-5}$ , the persistence index is – 0,22 week, the GUS index is 2,01, the LEACH index – 7,19 and the integral vector (R) is 94 points.*

*Conclusions. It was shown that when applying the herbicide Stratos Ultra, the ecotoxicological risk of cycloxydim is 5 orders of magnitude lower than that of DDT. According to the index of groundwater ubiquity score (GUS) the substance is classified as an average hazardous, by the integral vector (R) and the LEACH index corresponds to a high level of ground and surface water pollution risk, according to the persistence index – a low level of soil contamination by the studied herbicide.*

УДК: 613:632.952:628.113

### **ГІГІЄНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ НОВОГО ФУНГЦИДУ КЛАСУ КАРБАМАТІВ – БЕНТІАВАЛІКАРБ-ІЗОПРОПІЛУ У ВОДІ ВОДОЙМ**

*Омельчук С.Т., Сирота А.І.*

*Кафедра гігієни та екології №4*

*Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ*

На сьогоднішній день відомо, що основним джерелом забруднення води водойм та ґрунтів є сільськогосподарські масиви, що обробляються пестицидами [1]. Деякі групи пестицидів можуть потрапляти у воду пове-

рхневих водойм і залишатися в ній протягом тривалого часу [2,3].

Для попередження шкідливого впливу пестицидів на здоров'я людини та об'єкти довкілля на етапі передреєстраційних випро-

бувань обов'язковим є проведення лабораторних експериментів з гігієнічного нормування пестицидів у воді водойм [4,5,6]. Серед фунгіцидів класу карбаматів останнім був синтезований бентіавалікарб-ізопропіл – діюча речовина препарату Вінкеа, ВГ, токсиколого-гігієнічна оцінка якого досі не проводилась та не були обґрунтовані гігієнічні нормативи, в тому числі у воді водойм.

**Метою роботи** було гігієнічне обґрунтування гранично допустимої концентрації (ГДК) нового фунгіциду класу карбаматів –

бентіавалікарб-ізопропілу у воді водойм господарсько-питного призначення.

**Матеріали та методи дослідження.** Бентіавалікарб-ізопропіл – діюча речовина препарату Вінкеа, ВГ відноситься до класу карбаматів. Хімічна назва: ізопропіловий ефір [(S)-1-[[[(R)-(6-фторо-1,3-бензотіазол-2-іл)етил]карбамоіл]-2-метилпропіл]карбамінової кислоти (IUPAC). Відносна молекулярна маса: 381,46. Структурна формула бентіавалікарб-ізопропілу наведена на рис. 1.

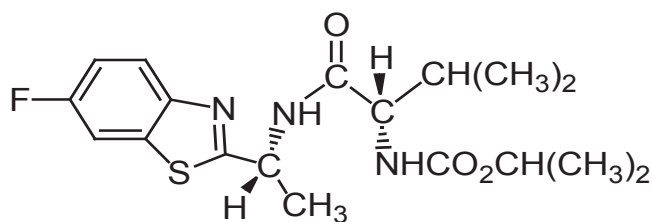


Рисунок 1. Структурна формула бентіавалікарб-ізопропілу.

Розчинність у воді – 13,14 мг/л Розчинність в органічних розчинниках, г/л (20°C): ацетоні – 25,4; дихлорметані – 11,5; ксилолі – 0,50; етилацетаті – 19,4.

Обґрунтування ГДК бентіавалікарб-ізопропілу у воді водойм здійснено у відповідності до [4,5,6]. Проведено серію лабораторних експериментів на модельних водоймах з встановлення порогових концентрацій за органолептичним, загально-санітарним, санітарно-токсикологічним показником шкідливості. В роботі використано органолептичні, фізико-хімічні, фотометричні, мікробіологічні методи та методи статистичного аналізу.

**Результати та їх обговорення.** Однією з найбільш важливих властивостей води, визначаючих її споживчі якості є її органолептичні властивості, що включають в себе такі характеристики, як запах, кольоровість, прозорість та ін.

Визначення порогових концентрацій бентіавалікарб-ізопропілу за органолептичним показником шкідливості проводилося з концентраціями речовини у воді від 1,0 до 0,00195 мг/дм<sup>3</sup>. Органолептичні властивості води досліджували бригадним методом відповідно до [4,5,6]. Інтенсивність запаху води оцінювали по п'ятибальній шкалі при температурах 20°C та 60°C. Результати досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Вплив бентіавалікарб-ізопропілу на органолептичні показники води (запах при 20°C та 60°C).

Інтенсивність запаху, бал	Температура води, °C	Статистичні параметри				
		n	X	S <sub>x</sub>	P, %	x-2S <sub>x</sub>
1	20	103	0,122	0,003	2,0	0,117(0,12)
2		42	0,518	0,003	1,8	0,512(0,51)
1	60	54	0,061	0,002	4,0	0,056
2		32	0,21	0,003	1,6	0,204

- Примітки: 1. n – кількість спостережень;  
 2. X – середнє арифметичне значення;  
 3. S<sub>x</sub> – середня похибка;  
 4. P – відсоток похибки.

Аналіз даних, представлених у таблиці, дозволив встановити порогові величини по впливу речовини на запах води.

Статистична обробка даних лабораторних досліджень показала, що нижня межа похибки концентрації препарату, що має запах інтенсивністю у 2 бали (практичний поріг) при 20°C складає 0,51 мг/дм<sup>3</sup>. Нижня межа похибки при інтенсивності 1 бал (поріг сприйняття), складає 0,12 мг/дм<sup>3</sup> (p<0,05). При цьому необхідно відмітити, що всі одоратори відмічали запах, як різкий характерний для хімічних реактивів.

Підігрів розчинів до 60°C практично призводить до зміни інтенсивності запаху та підвищенню порогу його сприйняття. При цьому у якості порогової за впливом на запах води при її підігріві до 60°C, можна вважати величину 0,056 мг/дм<sup>3</sup>.

Оцінюючи отримані результати, можна заключити, що у ході проведених досліджень встановлена достовірна залежність (p<0,05) між вмістом бентіавалікарб-ізопропілу у воді та інтенсивністю її запаху у якості порогової величини за впливом на запах води концентрацію бентіавалікарб-ізопропілу на рівні 0,056 мг/дм<sup>3</sup> при 60°C.

Важливою в гігієнічному відношенні характеристикою поведінки пестициду у водному середовищі є стабільність, яка буде, у

кінцевому рахунку, визначати й інші властивості: швидкість та характер міграції, транслокації, деградації, адсорбції, кумуляції, протікаючих у природних умовах водного середовища. Стабільність препарату вивчали опосередковим методом (за стійкістю запаху).

Результати експериментів дозволили встановити, що запах води розчинів бентіавалікарб-ізопропілу в концентраціях від 0,12 до 0,056 мг/дм<sup>3</sup> був помірно стабільним. Запах інтенсивністю 1-2 бали визначали до 10-ї доби досліджень.

Стабільність бентіавалікарб-ізопропілу у воді залежить від рН: період напівруйнації (T<sub>50</sub>) при рН5 складає 6,89 доби, при рН9 – T<sub>50</sub>≥178 діб. Метаболіти у воді не визначаються [7].

Результати досліджень дозволяють віднести бентіавалікарб-ізопропіл до помірно стабільних сполук [8].

Встановлено, що хлорування водних розчинів препарату не має впливу на інтенсивність та характер запаху води. При підігріві води до 60°C інтенсивність та характер запаху не змінювались.

Узагальнені результати вивчення впливу бентіавалікарб-ізопропілу на органолептичні властивості води представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Порогові концентрації бентіавалікарб-ізопропілу по впливу на органолептичні властивості води.

Органолептична ознака	Характер прояву	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>
Запах	поріг	0,056
Забарвлення	поріг	> 1,0
Прозорість	поріг	> 1,0
Кольоровість	поріг	> 1,0
Піноутворення	поріг	> 1,0
Органолептична ознака шкідливості	Запах при 60°C	0,056 ~ 0,06

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено, що у якості порогової по органолептичному показнику шкідливості може бути рекомендована концентрація бентіавалікарб-ізопропілу у воді на рівні 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (запах).

На наступному етапі були проведені дослідження з вивчення впливу бентіавалі-

карб-ізопропілу на загальний санітарний режим водойм.

Вивчали інтенсивність процесу біохімічного споживання кисню (БСК), зміни чисельності сапрофітної мікрофлори, динаміку мінералізації азотовмісних речовин, рівень вмісту розчиненого у воді кисню та зміни активної реакції середовища (рН) при конче-

нтраціях бентіавалікарб-ізопропілу від 0,6 до 0,006 мг/дм<sup>3</sup>. Даний діапазон концентрацій був обраний на основі результатів визначення порогової концентрації бентіавалікарб-ізопропілу у воді по органолептичній ознаці шкідливості.

В результаті проведених досліджень встановлено, що бентіавалікарб-ізопропіл в концентраціях від 0,6 до 0,006 мг/дм<sup>3</sup> не має впливу на процес біохімічного окислення органічних речовин у воді.

Також бентіавалікарб-ізопропіл в концентраціях 0,006 та 0,06 мг/дм<sup>3</sup> не викликав зміни чисельності мікроорганізмів, а результати врахування колоній що виростили у дослідних пробах не відрізнялися від контрольних посівів. Критерій Стьюдента у всіх пробах впродовж всього періоду дослідження був нижче критичного значення ( $t=0,018-1,82$ ). В концентрації 0,6 мг/дм<sup>3</sup> бентіавалікарб-ізопропіл мав бактерицидну дію ( $p<0,05$ ), впродовж всього періоду досліджень (рис. 2).

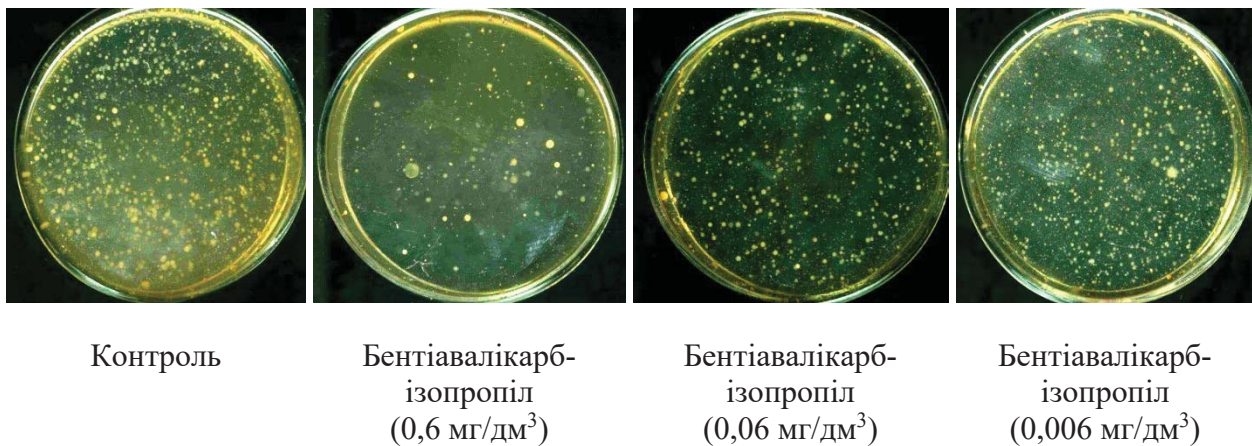


Рисунок 2. Вплив різних концентрацій бентіавалікарб-ізопропілу на сапрофітну мікрофлору води водойм.

Пороговою величиною по впливу бентіавалікарб-ізопропілу на водну мікрофлору є концентрація 0,06 мг/дм<sup>3</sup>.

Проведені дослідження з вивчення впливу бентіавалікарб-ізопропілу на динаміку процесу мінералізації органічних речовин – забруднювачів води, дозволили встановити, що вміст азоту аміаку у дослідних пробах води, що містить речовину у концентраціях від 0,6 до 0,006 мг/дм<sup>3</sup>, практично не відрізнялося від контрольних проб.

Аналіз результатів, представлених у рис. 3 показав, що вміст азоту нітритів у воді у присутності бентіавалікарб-ізопропілу в концентрації 0,6 мг/дм<sup>3</sup> на 5-15 добу досліджень підвищився ( $p<0,05$ ). Процес окислення нітритів стабілізувався до 20 доби і на 30-у добу спостережень азот нітритів не вищався у всіх дослідних пробах. В концентраціях 0,006 та 0,06 мг/дм<sup>3</sup> бентіавалікарб-ізопропіл не мав впливу на вміст азоту нітритів у воді. Пороговою величиною по впливу

на процес нітрифікації є концентрація 0,06 мг/дм<sup>3</sup>.

Аналіз результатів з вивчення динаміки вмісту у воді азоту нітратів показав, що з 10 по 15 добу досліджень у воді, що містить бентіавалікарб-ізопропіл в концентрації 0,6 мг/дм<sup>3</sup>, відмічалось підвищення вмісту нітратів (до 44-56%). У воді, що містить бентіавалікарб-ізопропіл в концентраціях 0,006 та 0,06 мг/дм<sup>3</sup> вміст азоту нітратів, практично не відрізнявся від контрольних величин (0-15%).

Необхідно відмітити, що процес мінералізації азотовмісних органічних сполук – амонійного азоту, азоту нітритів та нітратів мав закономірну послідовність стадій та стабілізувався на 30-у добу досліджень.

У якості порогової величини за впливом на вміст азоту нітратів встановлено концентрацію бентіавалікарб-ізопропілу у воді на рівні 0,06 мг/дм<sup>3</sup>.

У результаті проведених лабораторних експериментів встановлено, що бен-

тіавалікарб-ізопропіл не має впливу на вміст розчиненого у воді кисню та рН середовища ( $p > 0,05$ ).

Виходячи з методологічних підходів до комплексного гігієнічного нормування

пестицидів у об'єктах навколишнього середовища, порогова концентрація препаратів у воді за санітарно-токсикологічним показником шкідливості склала  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ .

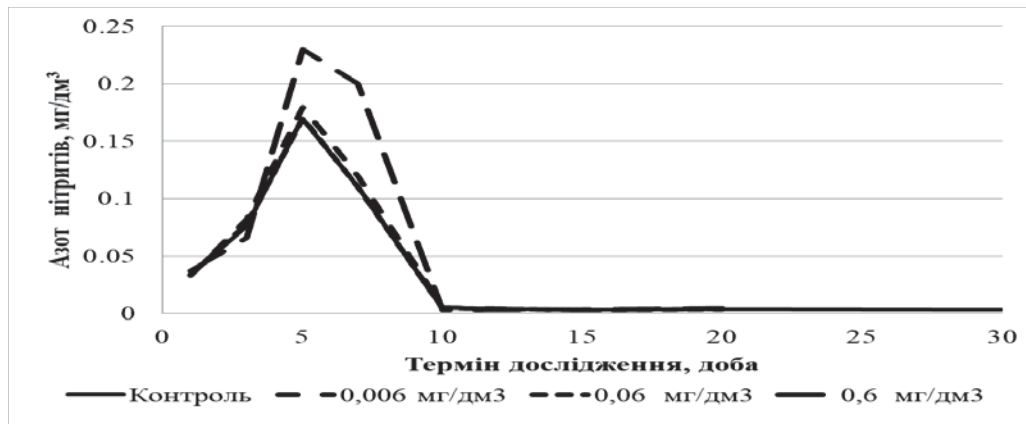


Рисунок 3. Гігієнічна оцінка впливу бентіавалікарб-ізопропілу на вміст азоту нітритів у воді модельних водойм.

Таким чином, проведені дослідження бентіавалікарб-ізопропілу за основними показниками дозволили встановити порогові концентрації показниками шкідливості (таблиця 3).

Таблиця 3. Порогові концентрації за основними ознаками шкідливості.

Ознака шкідливості	Характер прояву	Концентрація, $\text{мг/дм}^3$
Органолептична	Поріг	0,06
Загальносанітарна	Поріг	0,06
Санітарно-токсикологічна	Недіюча концентрація	0,005
Гранично допустима концентрація		0,005

Отримані результати дозволили встановити лімітуючий показник шкідливості (санітарно-токсикологічний) та науково обґрунтувати ГДК бентіавалікарб-ізопропілу у воді на рівні  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ .

При вмісті бентіавалікарб-ізопропілу у воді на рівні ГДК та середньодобовому споживанні води  $3 \text{ дм}^3$  можливе надходжен-

ня д.р. буде становити  $0,015 \text{ мг/добу}$ , що складає 10% від допустимого добового надходження речовини до організму людини ( $0,15 \text{ мг/добу}$ ), розрахованої на основі встановленої допустимої добової дози ( $0,0025 \text{ мг/кг}$ ), що свідчить про безпечність обґрунтованого нормативу.

### Висновки

1. Встановлено порогові концентрації бентіавалікарб-ізопропілу за органолептичним показником шкідливості на рівні  $0,06 \text{ мг/дм}^3$  (лімітуючий критерій – запах при  $20^\circ\text{C}$ ); за загальносанітарним показником –  $0,06 \text{ мг/дм}^3$  (лімітуючий критерій – вплив на процеси біохімічного споживання кисню та нітрифікації) і санітарно-токсикологічним –  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ .

2. Обґрунтовано величину гранично допустимої концентрації бентіавалікарб-ізопропілу у воді водойм на рівні  $0,005 \text{ мг/дм}^3$  (лімітуючий критерій – санітарно-токсикологічний).

3. Встановлено, що за показником стійкість у воді відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 бентіавалікарб-ізопропіл належить до помірно стійких сполук (III клас небезпечності).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Потапенко Г.Є. Вміст пестицидів у підземних водах та ґрунтах Донеччини / Г.Є. Потапенко // Вісник Харківського національного університету. 2013. – №1084. – С. 233-236.
2. Забруднення води річки Верещиця пестицидами / Хомко Н.Ю., Ковальчук О.З., Чайка О.Г. 2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/30268/1/051-297-301.pdf> (03.09.2017).
3. Особливості вмісту хлорорганічних пестицидів в морській воді прибережних зон Одеської області Касянчук В. В., Фодченко І.А. // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини 2014. – Випуск 29, – Частина 2 . – С. 256-261.
4. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: МУ №4263-87. – [Утв. 13.03.87]. – К.: М-во здравоохранения СССР, 1988. – 210 с.
5. Методические указания по применению расчетных и экспресс-экспериментальных методов при гигиеническом нормировании химических соединений в воде водных объектов. – М., 1979 г.
6. Методические указания по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов, – М., 1976.
7. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance benthiavalicarb // Conclusion on the peer review of benthiavalicarb / EFSA Scientific Report. – 2007. – 81 p.
8. Державні санітарні норми і правила. «Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності» (ДСанПіН 8.8.1.002-98). Затв. Постановою головного державного санітарного лікаря України від 28.08.1998 №2. – 20 с.

**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНО  
ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НОВОГО ФУНГИЦИДА КЛАССА  
КАРБАМАТОВ – БЕНТИАВАЛИКАРБ-ИЗОПРОПИЛА В ВОДЕ ВОДОЕМА**

*Омельчук С.Т., Сирота А.И.*

*Введение. Среди новых фунгицидов актуальным является применение бентиаваликарб-изопропила, что относится к классу карбаматов. В Украине для данного вещества гигиенические нормативы не обоснованы. Целью работы было гигиеническое обоснование предельно допустимой концентрации (ПДК) нового фунгицида класса карбаматов – бентиаваликарб-изопропила в воде водоемов хозяйственно-питьевого назначения.*

*Материалы и методы. Использованы физико-химические, органолептические, фотометрические, хроматографические и статистические методы анализа.*

*Результаты. Установлены пороговые концентрации бентиаваликарб-изопропила по органолептическим показателем вредности на уровне 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий критерий – запах при 20°C); по общесанитарному показателю – 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий критерий – влияние на процессы биохимического потребления кислорода и нитрификации) и санитарно-токсикологическому – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>.*

*Вывод. Научно обоснованно ГДК бентиаваликарб-изопропила в воде на уровне – 0,005 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности санитарно-токсикологический).*

**HYGIENIC SUBSTANTIATION OF A NEW CLASS CARBAMATES FUNGICIDE  
BENTHIAVALICARB-ISOPROPYL MAXIMUM ALLOWABLE CONCENTRATION  
IN THE WATER OF PONDS**

*S.T. Omelchuk, A.I. Syrota*

*Introduction. Among the new pesticides relevant one is application of benthiavalicarb-isopropyl pertaining to the carbamates class.*

*Hygienic standards and regulations are not approved for this substance in Ukraine.*

*The aim of studies was to substantiate the maximum allowable concentration (MAC) of new carbamates class fungicide benthiavalicarb-isopropyl in the water.*

*Materials and methods. Physical and chemical, organoleptic, photometric, chromatographic, and statistical analysis methods were used.*

*Results. Threshold concentrations of benthiavalicarb-isopropyl were established according to organoleptic properties of water at the level of 0.06 mg/dm<sup>3</sup> (limiting criteria – odor at 20°C), to general-sanitary index – 0.06 mg/dm<sup>3</sup> (limiting criteria – influence on biochemical oxygen intake and nitrification processes) and to sanitary-toxicological index of hazard – 0.005 mg/dm<sup>3</sup>.*

*Conclusions. The maximum allowable concentrations (MAC) of benthiavalicarb-isopropyl in water on the level – 0,005 mg/dm<sup>3</sup> were scientifically substantiated (limiting criteria of hazard – sanitary-toxicological).*

УДК 613:632.95:634.7:63(477)

## ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ЯГІДНИХ НАСАДЖЕНЬ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ (огляд літератури)

*Зінченко Т.І., Пельо І.М., Сирота А.І.*

*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ*

**Вступ.** Раціональне використання рослинних ресурсів – один із сучасних підходів для забезпечення людства харчовими продуктами. Для вирішення проблеми незбалансованості харчування, недостатності в сучасному раціоні вітамінів та мінеральних речовин, представники 159 країн світу, в тому числі і Україна, прийняли «Всесвітню Декларацію і Програму дії в галузі харчування» [1].

В Україні схвалено проект Концепції Державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012-2016 роки» кінцевою метою якої є виведення нових сортів рослин з підвищеним вмістом макро- та мікроелементів і вітамінів. Проблема збалансованого та якісного харчування є надзвичайно актуальною для України. У програмі зазначено, що понад 50% населення України харчується неякісно. Спеціалісти відмічають недостатність в раціоні населення вітамінів і мікроелементів. Наприклад, дефіцит ретинолу (вітаміну А) спостерігається у 72% населення, аскорбінової кислоти (вітаміну С) – у 34%. Однією із причин такого дисбалансу є надмірне споживання висококалорійних продуктів і недостатнє споживання

натуральних продуктів тваринного та рослинного походження, в тому числі і ягід [2]. У відповідності з Концепцією Державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012-2016 роки» саме ягоди є важливим елементом у вирішенні проблеми якісного, збалансованого харчування населення [3].

Згідно «Галузевої програми розвитку садівництва України на період до 2025 року» саме ягідництво має бути пріоритетним для сільськогосподарських підприємств. Застосування хімічних засобів захисту рослин на ягідниках, незважаючи на ряд недоліків, рекомендовано до використання на найближчу перспективу, надаючи при цьому перевагу удосконаленню існуючих інтегрованих систем захисту чи розробці нових. Труднощі викликає застосування пестицидів для захисту ягідних культур від бур'янів, оскільки ягоди споживають переважно у свіжому вигляді та використовують для приготування продуктів дитячого і дієтичного харчування. Тому існує небезпека кумуляції залишкових кількостей пестицидів у ягодах зразу після збирання врожаю. Ця проблема є актуальною і потребує детального вивчення [4].