

6. Мельниченко В.А. Економічна ефективність вирощування пшениці озимої залежно від строків посіву та розвитку борошністої роси. *Сталій розвиток економіки*. 2013. № 1. С. 196–199.
7. Федорова Н.А. Приемы повышения зимостойкости и урожайности озимой пшеницы в Полесье и Лесостепи Украины. *Зимостойкость сельскохозяйственных культур*. Москва, 1960. С. 114–121.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Вінюков О.О., Бондарева О.Б. Особливості реалізації потенціалу продуктивності сортів пшениці озимої в агрокліматичних умовах Донецької області. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 102. С. 9–14.
10. Солодушко М.М. Урожайність та адаптивний потенціал сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 3. С. 61–66.

УДК 631.315.4:634.8

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.21>

---

## **«ЕКО-250» – ПЕРСПЕКТИВНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЗАБУР'ЯНЕНОСТІ НАСАДЖЕНЬ ВИНОГРАДУ**

---

*Шевченко І.В.* – д.с.-г.н., професор, професор кафедри виноградарства та плодовоовочівництва,

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Нікончук Н.В.* – к.с.-г.н., доцентка, завідувачка кафедри виноградарства та плодовоовочівництва,

*Миколаївський національний аграрний університет*

*У статті проведений аналіз способів і засобів боротьби із сегетальною рослинністю в насадженнях винограду. Разом із використанням хіміко-механічних прийомів боротьби з бур'янами у світі тривають пошуки нових засобів і методів контролю сегетальної рослинності, які були б ефективними і безпечними як для культур, що вирощуються, так і для навколишнього середовища. Ефективною альтернативою хіміко-механічному регулюванню забур'яненості насаджень винограду (плодових культур, ягідників) може стати використання високотемпературного повітряно-водяного пару. В основі методу лежить глибоке та активне прогрівання рослинних тканин струменем повітряно-водяного пару з температурою понад 100° С. Наразі контроль забур'яненості виноградників із використанням гарячого пароповітряного струменя дозволяє проводити обладнання «ЕКО-250», яке розроблене та виготовлене на підприємстві «Техносервіс» (м. Мелітополь) і призначене для видалення бур'янів серед насаджень винограду та плодових культур.*

*На основі проведеного аналізу були зроблені висновки, що обладнання «ЕКО-250» є сучасним та екологічно безпечним і має низку переваг, порівняно з хіміко-механічними прийомами, що застосовуються в повсякденній практиці догляду за насадженнями винограду і плодових культур, зокрема значно скорочує фінансові та ресурсні витрати на контроль забур'яненості насаджень винограду і плодових культур. Широке впровадження методу термічного контролю забур'яненості в практику виробництва можливе за умов: визначення чутливості різних видів бур'янів до теплового стресу, динаміки втрати ними вологи після термічної обробки; розробки оптимального режиму застосування прийому на виноградниках і в садах (ивидкість руху агрегата, температура повітряно-водяного пару, оптимальна кількість застосування прийому впродовж вегетації*

---

за різного видового складу, рівень забур'яненості); визначення ефективності прийому за різного видового та вікового складу рослин; визначення норм витрат енергоносіїв та води за різних режимів роботи обладнання; вивчення перспективи та режиму застосування прийому для суцільного обробітку міжрядь; вивчення можливості та доцільності застосування відновлювальних джерел енергії (пагонів винограду, дров тощо) для роботи обладнання; розробки техніко-економічного обґрунтування доцільності та ефективності впровадження нового технологічного прийому у виробництво; вивчення впливу застосування термоприйому на фітосанітарний стан насаджень, зміну порогової чисельності фітопатогенів, режим проведення прийомів захисту насаджень від хвороб; вивчення впливу термоприйому на ефективність акумуляції та використання природних обсягів вологи ґрунту.

**Ключові слова:** сеgetальна рослинність, фітосанітарний стан, електроімпульсне регулювання рослинності, термічний контроль, високотемпературна повітряно-водяна пара, обладнання «ЕКО-250», індукований температурний стрес.

**Shevchenko I.V., Nikonchuk N.V. “ECO-250”: promising equipment for effective and safe weed control in vineyards**

*Along with the use of chemical and mechanical methods of weed control, the world continues to search for new tools and methods to control segetal vegetation, which would be effective and safe for both crops and the environment. The use of high-temperature air-water vapor can be an effective alternative to chemical-mechanical control of weeds in grape plantations (fruit crops, berries).*

*The method is based on deep and active heating of plant tissues by a jet of air-water vapor with a temperature of more than + 100 ° C. To date, weed control of vineyards using a hot steam jet allows you to use equipment called “ECO-250”, which was developed and manufactured at the enterprise “Technoservice” (Melitopol) and is designed to remove weeds in grape and fruit plantations.*

*Based on the analysis, it can be concluded that the equipment “ECO-250” is modern and environmentally friendly and has a number of advantages over chemical and mechanical techniques used in the daily practice of care for grape and fruit crops: significantly reduces financial and resource costs of weed control of grape plantations and fruit crops. Widespread introduction of the method of thermal control of weeds in the practice of production is possible under the condition of: determining the sensitivity of different types of weeds to thermal stress, the dynamics of moisture loss after heat treatment; development of the optimal mode of application in vineyards and orchards (speed of the unit, air-water vapor temperature, the optimal amount of application during the growing season for different species composition, level of weeds; determining the effectiveness of the practice for different species and age composition of plants; determination of norms of energy and water costs for different modes of equipment operation, study of the prospects and mode of application of the method for continuous row spacing, study of the possibility and feasibility of using renewable energy sources for equipment operation (grape shoots, firewood, etc.), development of feasibility and effectiveness of the new technological practice into production, study of the influence of the thermal technique on the phytosanitary condition of plantations, change of the threshold number of phytopathogens, the mode of methods of protection of plantations against diseases, study of the influence of the thermal technique on the efficiency of accumulation and use of natural amounts of soil moisture.*

**Key words:** segetal vegetation, phytosanitary condition, electropulse regulation of vegetation, thermal control, high-temperature air-water steam, ECO-250 equipment, induced temperature stress.

**Постановка проблеми.** Інтенсивне антропогенне втручання в агроампелофітоценоз порушує багатовікові зв'язки між його компонентами, зводить до мінімуму процеси саморегуляції, сприяє забрудненню навколишнього середовища, збільшує витрати ресурсів на догляд за насадженнями, зменшує врожайність ягід, підвищує ризики непрогнозованого розвитку епіфітотій та вразливість рослин патогенною мікрофлорою. Насамперед це стосується розвитку численних видів бур'янів, які впродовж останніх десятиліть розвиваються майже весь рік внаслідок зміни температурного режиму восени та на початку зими, кількості опадів, частоти їх випадання у цей період. Нетривала зима, впродовж якої спостерігаються значні коливання температур, тимчасово змінює чисельність та видовий

склад бур'янів, інтенсивність розвитку сегетальної рослинності, зумовлює часткове знищення деяких бур'янів, проте значна частина рослинної синузії зберігається і за покращення умов середовища продовжує вегетацію.

Найбільш сприятливі умови для розвитку сегетальної рослинності створюються навесні у зв'язку з достатніми запасами вологи в ґрунті, задовільним температурним режимом, довгою паузою виконання прийомів із обробітку ґрунту, зумовленою необхідністю видалення зрізаних лоз винограду. Тому в першій половині вегетації винограду забур'яненість насаджень сягає максимуму і зумовлює найбільші втрати врожаю ягід, які в середньому становлять 0,23 кг/кг свіжої рослинної маси бур'янів.

Для вирішення цього завдання був виконаний аналіз способів і засобів боротьби з сегетальною рослинністю в насадженнях винограду.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасна технологія культивування насаджень винограду для контролю чисельності та розвитку бур'янів передбачає застосування профілактичних і винищувальних заходів, у межах яких застосовують різноманітні механічні, фізичні, хімічні, біологічні та хіміко-механічні прийоми [7, с. 112]. Ефективність всіх, без винятку, прийомів залежить від рівня забур'яненості, особливостей догляду за кущами, термінів обробки, вартості витрачених ресурсів тощо. Найчастіше для регулювання забур'яненості виноградників застосовують хіміко-механічні прийоми, орієнтовані на знищення бур'янів, що вегетують, проте на причини присутності сегетальної рослинності серед насаджень винограду ці заходи істотно не впливають і не здатні до кінця вирішити проблему забур'яненості [7, с. 109; 8, с. 128].

До того ж хімічні сполуки (гербіциди) часто змінюють екологічне призначення видів, що негативно впливає на відносини між культурними (виноградом) і сегетальними рослинами, пригнічуючи або змінюючи їхні вегетативні та репродуктивні можливості. Зменшує перспективи застосування гербіцидів і досить швидко адаптація бур'янів не тільки до окремих хімічних препаратів, що застосовуються в практиці землеробства (виноградарства), але і до низки сполук, на основі яких вони виготовляються [12, с. 101]. Внаслідок цього ефективність сучасних гербіцидів зменшується і виникає необхідність синтезу нових, більш дієвих хімічних препаратів. На доцільність застосування гербіцидів впливає і вартість препаратів. У сучасній технології контролю забур'яненості насаджень винограду найчастіше застосовують гербіциди на основі гліфосату або препаратів із вмістом S-метахлору, вартість яких сягає 35–40 дол./га. Зважаючи на високу вартість гербіцидів, обмежені терміни їх фітотоксичності (переважно на першу хвилю бур'янів), негативний вплив на навколишнє середовище, доцільність їх застосування залежить від ступеня й характеру забур'яненості, строків застосування, стану кущів та їхньої потенційної врожайності.

Разом із використанням хіміко-механічних прийомів боротьби з бур'янами у світі тривають пошуки нових засобів і методів контролю сегетальної рослинності, які були б ефективними та безпечними як для культур, що вирощуються, так і для навколишнього середовища. Останнім часом через великий попит на екологічно безпечні продукти ці пошуки активізувалися з метою повного виключення або значного скорочення хімічних препаратів для захисту рослини від шкідливих фітоорганізмів [13, с. 35; 14, с. 152].

Враховуючи вищезазначене, підвищення ефективності процесу знищення бур'янів і розробка нового устаткування для його здійснення є актуальним науково-практичним завданням.

Альтернативою хіміко-механічним прийомам, що широко використовуються сьогодні, може бути застосування електричного струму, яке активно вивчалось в 30-х рр. ХХ ст. і триває дотепер. Дослідами, проведеними раніше, доведено, що імпульсний розряд електричного струму спричиняє плазмоліз рослинних тканин, а згодом і повне їх відмирання [4, с. 237; 11, с. 804; 15, с. 202]. Встановлено також, що стійкість рослин до дії електричного імпульсу залежить від їхнього виду та віку, фази розвитку, умов вегетації, особливостей будови кореневої системи тощо. В середньому необхідна потужність імпульсу, здатного знищити рослини, становить близько 1,5 Дж/см<sup>2</sup>. Зокрема, для знищення однієї рослини щиріці загнутої потрібен імпульс потужністю 66,2 Дж, надземної частини осоту рожевого – 218,8 Дж, дурману звичайного – 424,3 Дж, молочаю лозяного – 2265 Дж. Найбільш уразливими є молоді бур'яни (це стосується всіх видів). Утворення кутикули збільшує опір рослини до дії струму, відповідно, збільшує й витрати енергії. Загалом ефективність електроімпульсного контролю сегетальної рослинності зумовлюється багатьма чинниками і в середньому не перевищує 67–73%.

У промисловому виноградарстві прийоми електроімпульсного регулювання кількості та розвитку бур'янів не вивчалися. Окрім цього, розташування кущів на вертикальній шпалері обмежує роботу агрегата шириною міжрядь, що істотно збільшує витрати штучної енергії та зменшує ефективність прийому.

Певні перспективи для контролю забур'яненості виноградників має термічний метод завдяки застосуванню вогневих культиваторів: ручних або колісних знарядь, що працюють за принципом газового пальника [1, с. 221; с. 3, с. 63; 6, с. 73].

Своєрідні вогнемети для боротьби з бур'янами виготовляли і застосовували ще в 1930-х рр. минулого століття, проте їх простота конструкції, надійність та екологічна безпека заслуговують на увагу і тепер, адже вогневий культиватор дає змогу ефективно контролювати бур'яни в міжряддях багаторічних насаджень під час вегетації останніх.

Одним із важливих недоліків термічного контролю забур'яненості виноградників можна назвати великі витрати палива (скрапленого природного газу) – від 20 до 80 л/га, за продуктивності роботи агрегатів у межах 2–3 га/год. Крім цього, післядія термічного обробітку короткочасна, і в разі відновлення забур'яненості захід необхідно повторювати знову і знову.

Ефективною альтернативою хіміко-механічному регулюванню забур'яненості насаджень винограду, плодкових культур, ягідників та інших сільськогосподарських культур може стати використання високотемпературної повітряно-водяної пари [2, с. 19; 5, с. 93]. В основі методу лежить глибоке та активне прогрівання рослинних тканин струменем повітряно-водяного пару з температурою понад 100° С. Фазовий перехід пару в рідину на поверхні рослин та супутнє вивільнення великої кількості прихованої енергії (2257 Дж/г води) забезпечує швидке і глибоке нагрівання тканин бур'янів. Внаслідок спрямованого індукованого теплового стресу відбувається незворотне згортання білків у рослинних клітинах, водночас втрачають свої властивості і біологічні каталізатори, які регулюють обмінні процеси. Після обробітку рослини призупиняють ріст та розвиток, втрачають вологу і поступово гинуть. Найбільшу ефективність, на рівні 84–95%, термічний метод забезпечує на початку розвитку бур'янів у фазі 4–6 листків. Рослини старшого віку більш стійкі до обробітку гарячою повітряно-водяною парою, що пояснюється їхньою більшою масою, на нагрівання якої необхідно більше теплової енергії. Широке застосування прийому в практиці промислового виноградарства

стримує відсутність відповідних технічних засобів у країні та рекомендацій з особливостей режиму їх застосування.

**Постановка завдання.** Мета досліджень – проаналізувати технологічні прийоми контролю забур'яненості виноградних насаджень з використанням гарячого паро-повітряного струменя обладнання під назвою «ЕКО-250» та дати оцінку агрегату за матеріальними, енергетичними витратами й екологічним впливом на довкілля.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Наразі контроль забур'яненості виноградників із використанням гарячого паро-повітряного струменя дозволяє проводити обладнання під назвою «ЕКО-250», яке було розроблене та виготовлене на підприємстві «Техносервіс» (м. Мелітополь) і призначене для видалення бур'янів серед насаджень винограду та плодових культур [9, с. 64–69; 10, с. 240].



*Рис. 1. Результати роботи обладнання «ЕКО-250»*

Обладнання «ЕКО-250» є сучасним та екологічно безпечним і має низку переваг, порівняно з хіміко-механічними прийомами, що застосовуються в повсякденній практиці догляду за насадженнями винограду і плодових культур:

- значно скорочує фінансові та ресурсні витрати на контроль забур'яненості насаджень винограду та плодових культур;
- скорочує мінералізацію органічної речовини та руйнування ґрунту у зв'язку зі зменшенням кількості проходів тракторних агрегатів за вегетацію;
- забезпечує більш ефективне використання природних запасів вологи ґрунту;
- потенційно може зменшити кількість патогенів на поверхні ґрунту, опадання листя;
- зменшує техногенне та пестицидне навантаження на довкілля.

Обладнання «ЕКО-250» агрегується з колісними тракторами МТЗ та їх аналогами. Контроль кількості та розвитку бур'янів проводиться по осі ряду кущів та захисної смуги шириною 0,5 м. Швидкість руху агрегата становить 3,5–6 км/год. і залежить від рівня забур'яненості, типу та видового складу бур'янів, віку рослин. Необхідна робоча температура повітряно-водяного пару створюється і підтримується спалюванням дизельного пального та регулюється в широкому діапазоні від

80° С до 150° С, залежно від рівня і типу забур'яненості, віку рослин. Контроль за роботою обладнання забезпечується енергією в 12 В від генератора трактора.

Перші дослідження з визначення продуктивності та ефективності роботи обладнання були проведені на ділянці з рівнем забур'яненості 55–60 шт./м<sup>2</sup> масою 71–150 г/м<sup>2</sup> (в середньому 110 г/м<sup>2</sup>), які показали, що для летального нагріву 1 г вегетативної маси бур'янів необхідно 315 Дж енергії, а для знищення бур'янів кількістю (55–60 шт./м<sup>2</sup> × 10000 м<sup>2</sup>) = 575000 шт./га та масою 1100–1200 кг/га (в середньому 1150 кг/га) необхідно 6,8 кг/га дизельного пального (еквівалентного 290,3 МДж) та 55 л води. Водночас встановлено, що для знищення окремих рослин, зокрема портулаку городнього (*Portulaka oleracea*), витрати теплової енергії на індуковане летальне нагрівання суттєво збільшуються. Втім, попередні розрахунки показують, що застосування прийому в повсякденній практиці регулювання забур'яненості насаджень винограду (плодових культур, ягідників), порівняно з сучасними технологічними прийомами, скорочує фінансові витрати на 27,3%, зменшує техногенне навантаження та обсяги втрати органічної речовини ґрунту, його ущільнення, покращує фітосанітарний стан багаторічних насаджень.

За безумовної перспективи прийому він має і певні обмеження та чіткі регламенти до застосування в практиці догляду за насадженнями винограду. Насамперед це стосується режиму застосування прийому для контролю забур'яненості насаджень, які зумовлені чутливістю рослин різного віку до індукованого температурного стресу. Контроль забур'яненості виноградників та плодових культур за допомогою гарячого повітряно-водяного пару абсолютно безпечний для кущів і дерев, незалежно від фенологічної фази розвитку. Крім контролю бур'янів, на насадженнях винограду застосування повітряно-водяної пари перспективне для видалення підщепних пагонів.

**Висновки і пропозиції.** Широке впровадження методу термічного контролю забур'яненості в практику виробництва можливе за умови:

- визначення чутливості різних видів бур'янів до теплового стресу, динаміки втрати ними вологи після термічної обробки;
- розробки оптимального режиму застосування прийому на виноградниках і в садах (швидкість руху агрегата, температура повітряно-водяного пару, оптимальна кількість застосування прийому впродовж вегетації за різного видового складу, рівень забур'яненості);
- визначення ефективності прийому за різного видового та вікового складу рослин;
- визначення норм витрат енергоносіїв та води за різних режимів роботи обладнання;
- вивчення перспективи та режиму застосування прийому для суцільного обробітку міжрядь;
- вивчення можливості та доцільності застосування відновлювальних джерел енергії (пагонів винограду, дров тощо) для роботи обладнання;
- розробки техніко-економічного обґрунтування доцільності та ефективності впровадження нового технологічного прийому у виробництво;
- вивчення впливу застосування термоприйому на фітосанітарний стан насаджень, зміну порогової чисельності фітопатогенів, режим проведення прийомів захисту насаджень від хвороб;
- вивчення впливу термоприйому на ефективність акумуляції та використання природних обсягів вологи ґрунту.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Ефективність технологічних прийомів контролю присутності осоту рожевого та сивого серед промислових насаджень винограду. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 107–114.
  2. Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О. Забур'яненість промислових насаджень винограду й ефективність сучасних прийомів контролю чисельності бур'янів. *Зрошуване землеробство : міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 71. С. 127–132.
  3. Bakker, T. (2009). An autonomous robot for weed control – design, navigation and control. PhD diss. Wageningen, The Netherlands. Wageningen University. Department of Agricultural Engineering. 149 p.
  4. Anderson, R.E., Lemerle, D. (2007). Cultural weed management. In *Non-Chemical Weed Management*. P. 35–47.
  5. Blasco, J. et al. (2002). Robotic weed control using machine vision. *Biosystems Engineering*. No. 83 (2), pp. 149–157.
  6. Матвійчук В.А., Рубаненко О.Є., Стаднійчук І.П. Електротехнології в АПК : навч. посібник. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 272 с.
  7. Chancellor, W.J. (1981). Substituting information for energy in agriculture. *Transactions of ASABE*. № 24 (4), pp. 802–807.
  8. Mohd Taufik, Bin Ahmad (2011). Electrical methods of killing plants. *Journal of Agricultural Engineering Research*. No. 30 (3), pp. 197–209.
  9. Гонтар В.Т., Шевченко І.В. Ефективність технологічних прийомів регулювання забур'яненості промислових виноградників. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія»*. 2016. № 235. С. 217–225.
  10. Макух Я.П., Іващенко О.О., Ременюк С.О. Експериментальне використання нового термічного способу контролю бур'янів. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. № 20. С. 62–66.
  11. Остапчук А.Г., Куликівський В.Л. Автоматизовані системи знищення бур'янів. *Сучасні проблеми землеробської механіки : зб. матеріалів XXI Міжнар. наук. конф., м. Харків, 17–18 жовтня 2020 р.* Харків : ХНТУСГ, 2020. С. 73–74.
  12. Іващенко О.О. Реакція рослин гірчака розлогого (*Polygonum Lapathifolium* L.) на індуковані термічні та механічні дис-стреси. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип. 79. С. 170–176.
  13. Мошківська С.В. Біологічні особливості борщівника сосновського і наукове обґрунтування ефективної системи його контролювання в Правобережному Лісостепі України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.13. Київ, 2016. 139 с.
  14. Шевченко І.В. По бур'янах температурою. *Садівництво по-українськи*. 2020. № 5. С. 64–69.
  15. Шевченко І.В., Гонтар В.Т. Прийоми регулювання забур'яненості виноградників та їх ефективність. *Виноградарство і виноробство : Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2016. № 53. С. 236–248.
-