

a positive effect of the use of biostimulants in intensive appleplantations of Gala, Pinova, Fuji, Red Jonaprinz varieties was established. In the course of research, biological preparations of the company "Timak Agro Ukraine" of the brands Maxifruit, Fertileader Elite, Fertileader Axiswe reused. Application of the sedrugs was carried out according to the scheme: when the average size of the fruits was 30 mm, foliar treatment with biostimulants at the rate of 3 l/ha was carried out, followed by repetition after 10 days.

To assess the effect of the biological preparation, apples were sorted into fractions according to the diameter of the fruit - less than 60 mm, 60-69 mm, 70-75 mm, more than 75 mm. They also calculated the yield and evaluated them arketable quality of the harvested fruits.

It has been proven that foliar treatment of trees with biological preparations helps to increase the size of fruits, which in turn reduces the number of non-standard products (fruits with a diameter of less than 60 mm) and significantly increases the share of fruits larger than 70 mm. Dueto their anti-stress properties, biological preparations had the maximum effect on the fruits of the Pino vavariety, which is not sufficiently resistant to high temperatures and low air humidity, increasing the share of fruits larger than 70 mm by 21.4 % compared to the control and the small-fruited Gala variety, for which this increase was equal to 12.9 %.

It was established that as a result of increasing yield, improving the size, and the refore the marketability of fruits, the averages aleprice increased, which in turn increased the economic efficiency of fruit cultivation.

Key words: apple tree, variety, foliar fertilization, product quality, yield, economic efficiency.

Одержано редколереією 17.08.2023

DOI: 10.35205/0558-1125-2023-78-120-127

УДК634.20:631.541.11

РОЗМНОЖЕННЯ ТА УКОРІНЕННЯ КЛОНОВИХ ПІДЩЕП СЛИВОВОЇ ГРУПИ В УМОВАХ КУЛЬТУРИ *IN VITRO*

Н.О. ЯРЕМКО, кандидат с.-г. наук

Т.В. МЕДВЕДСЬКА, кандидат біол. наук

Т.А. НАТАЛЬЧУК, кандидат с.-г. наук

К.М. УДОВИЧЕНКО, кандидат біол. наук

Я.С. ЗАПОЛЬСЬКИЙ, молодший наук. співробітник

Інститут садівництва (ІС) НААН України, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23

e-mail: nadiiayaremko@gmail.com

Встановлено оптимальний склад поживного середовища для клонів підщеп сливової групи, досліджено вплив різних концентрацій цитокініну на проліферацію даних підщеп, а також вивчено дію різних концентрацій ауксину на процес ризогенезу. Визначено, що підщепи Wavit потребує іншого ауксину для утворення коренів, а саме нафтилоцитової кислоти, тоді як для підщепи Myrobalan 29C можливе використання індолилмасляної кислоти.

Ключові слова: підщепи, кісточкові культури, розмноження, укорінення, цитокініни, ауксини, поживне середовище.

Сучасні тенденції в плодівництві пов'язані з прагненням швидкого досягнення повноцінних, високих і сталих врожаїв з плодами одномірного розміру, форми та кольору. Для реалізації цієї мети виробники фруктів спираються не лише на агротехнічний догляд саду, а й на сорто-підщепні комбінування, які дозволяють висаджувати дерева щільніше, отримувати ранній вступ в плодоношення та очікувану якість плодів [1, 2, 3]. Тому пошук

підщепи, що відповідатиме всім вказаним вимогам, є надзвичайно складним процесом. Величезне розмаїття сортів з різною силою росту та продуктивністю робить необхідним вивчення їх поведінки з вже відомими та новими підщепами [4]. Традиційно для вирощування саджанців сливи та інших культур сливової групи в Україні у якості підщепи використовують сіянці аличі та сливи, в той же час багато європейських розсадників надають перевагу вирощуванню саджанців саме на клонових підщепах. Наше дослідження стосувалось розробки технології розмноження в умовах *in vitro* двох типів клонових підщеп рекомендованих для сливи, абрикоса і персика Wavit та Myrobalan 29C, що мають перспективу використання в Україні.

Підщепа Wavit є клоном сливи *Prunus domestica* Вангенхайм. Вона поєднує в собі позитивні якості сіянця Вангенхайм з гарним розміром плодів і перевагами клонової підщепи, зокрема відмінну вирівняність в розсаднику та саду і низький рівень формування кореневих паростків. Дерева на підщепі Wavit вступають в плодоношення на 3-4 рік і дають стабільно високі врожаї. Крім того, характеризуються великим розміром плоду і прискореним дозріванням врожаю. Також перевагою даної підщепи є добра сумісність з усіма сортами слив та абрикосом. Місця щеплення майже не видно. Дерево на ній має хорошу якрність кореневої системи, не потребує опори, а також характеризується високою зимостійкістю. Підходить для широкого діапазону ґрунтів, з деякою толерантністю до вапняків. У випробуваннях, проведених у Болгарії та Італії, було встановлено, що підщепа Wavit знижує силу росту дерев сортів сливи, збільшує розмір плодів та демонструє високу зимостійкість [5, 6]. Сорто-підщепне комбінування Wavit з сортами абрикоса також викликає великий інтерес, оскільки до цього часу дана підщепа показала гарну сумісність, продуктивність і низький рівень загибелі дерев [7, 8].

Myrobalan 29C (*Prunus cerasifera*) – найбільш широко використовувана підщепа для сливи в Сполучених Штатах та досить поширена у Європі. Добре сумісна з сортами сливи та абрикоса, також використовується з персиком і нектарином, має деяку несумісність з мигдалем. Дані підщепа набула поширення завдяки пристосованості до різних типів ґрунтів. Проявляє адаптованість до перезволоження, засолення, вирощування на ґрунтах із важким механічним складом. Дерева на цій підщепі сильнорослі, довговічні, урожайні, рано вступають в плодоношення, втім у саду можуть утворювати незначну кількість кореневих паростків. Помірно стійка до *Agrobacterium tumefaciens*, *Verticillium* та *Leptonecrosis*, чутлива до *Pseudomonas syringae* і стійка до корневих нематод (*Meloidogyne spp.*). Дерева на цій підщепі добре закріплюються в ґрунті, але корені проникають неглибоко, тому можлива тенденція до нахилу. Всі сорти сливи демонструють чудову сумісність та високу продуктивність. Ця підщепа підходить для створення високопродуктивних садів сливи, а використання методу культури тканин *in vitro* дає можливість її ефективного розмноження [9, 10].

Методи. Роботу виконано у відділі вірусології, оздоровлення та розмноження плодкових і ягідних культур ІС НААН згідно договору з Міністерством науки та освіти ДЗ/47-2018 від 05.10.2018.

Дослідження проведено на клонових підщепах для сливи, аличі, персика, абрикоса: (*Prunus cerasifera* L.), Wavit (клон *Prunus domestica* ‘Wangenheim’).

На етапі проліферації використовували модифіковане поживне середовище Мурасіге-Скуга (MS) [11] та середовище Куаріна-Лепуавра (QL) [12] з додаванням різних концентрацій 6-бензиламінопурину (6-БАП), індолілмасяної кислоти (ІМК) та гібереллової кислоти (ГК) по 0,1 мг/л, як гелеутворювач використовували агар-агар (7 г/л) (Agar-Agar “D19” Hispanagar, В.К.М. Services LTD), рН=5,7-5,8. Для вкорінення використовували середовище MS з повною чи половинною концентрацією макросолей, з додаванням ІМК

в концентраціях 1,0; 2,0 і 3,0 мг/л, а також нафтилоцтової кислоти (НОК) в концентраціях 0,75 і 1,0 мг/л. Середовища стерилізували автоклавуванням при 120 °С і 1 атм протягом 20 хвилин. Мікропагони культивували при 16-годинному світловому дні з освітленням 2000-2500 лк при температурі 23-25 °С і вологості повітря 50-60 %.

Для статистичної обробки отриманих даних у роботі було використано програми Microsoft Excel.

Результати. Для успішного етапу розмноження в умовах *in vitro* необхідно підібрати оптимальний склад поживного середовища, регуляторів росту та їх концентрацій. Для розмноження сортів та підщеп видів *Prunus domestica*, *P. salicina* в умовах *in vitro* часто використовують поживні середовища Мурасіге-Скуга (MS), Куаріна-Лепувра (QL), Лойда-МакКоуна (WPM) у комбінації з різними концентраціями цитокінінів і ауксинів [13, 14, 15]. Нами для досліджень було обрано середовища MS та QL, які комбінували з 6-БАП у різних концентраціях: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мг/л.

Концентрація 6-бензиламінопурину істотно впливала на коефіцієнт розмноження обох підщеп. Так, найвищий коефіцієнт розмноження для підщепи Муробалан 29С було отримано на середовищі MS з додаванням 6-БАП у концентрації 1,0 мг/л (рис.1). Високий коефіцієнт розмноження Муробалан 29С було отримано також на середовищах MS з 0,5 мг/л 6-БАП та QL з додаванням 1,5 і 2,0 мг/л 6-БАП-4,3 і 4,2 мікропагони на експлант відповідно, але на цих середовищах спостерігалась значна вітрифікація мікропагонів, яка складала від 17 до 33 %. Наші дослідження узгоджуються з даними, отриманими Пюра et al., які показали найвищу ефективність 6-БАП в концентрації 1,0 мг/л, але на середовищі QL, в той час як Movsiuw et al. і Shabani et al. отримували найвищі коефіцієнти розмноження Муробалан 29С за концентрацій 0,5 мг/л і 2,0 мг/л 6-БАП на середовищі MS відповідно [16, 2]. Проте у жодному з наведених досліджень не повідомляли про схильність до вітрифікації цього типу підщепи за використання високих концентрацій 6-БАП для стимуляції пагоноутворення, що може стати лімітуючим фактором при промисловому розмноженні.

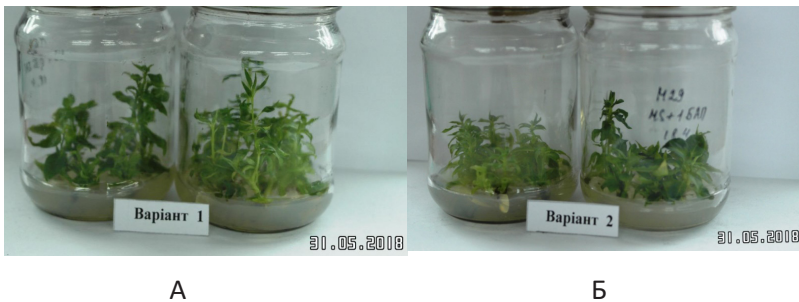


Рис.1. Проліферація підщепи Муробалан 29С на середовищі MS з додаванням 6-БАП 0,5 мг/л (А) і 1,0 мг/л (Б)

Для підщепи Wavit найвищі коефіцієнти пагоноутворення було отримано при концентрації 6-БАП 1,5 мг/л на обох поживних середовищах. Подальше підвищення концентрації цитокініну призводило до зниження коефіцієнту проліферації. На відміну від Муробалан 29С у Wavit ми не спостерігали явища вітрифікації за жодного дослідженого варіанта середовища (табл.1), але зі збільшенням коефіцієнту розмноження знижувався розмір мікропагонів.

1. Коефіцієнт розмноження підщеп залежно від виду середовища та концентрації цитокініну

Варіанти дослідів		Myrobalan 29C	Wavit
MS	6-БАП (0,5 мг/л)	4,3	3,2
	6-БАП (1,0 мг/л)	4,5	3,9
	6-БАП (1,5 мг/л)	3,0	4,3
	6-БАП (2,0 мг/л)	2,6	3,9
<i>HIP₀₅</i>		0,55	0,62
QL	6-БАП (0,5 мг/л)	2,7	2,4
	6-БАП (1,0 мг/л)	3,7	3,4
	6-БАП (1,5 мг/л)	4,2	4,5
	6-БАП (2,0 мг/л)	4,2	3,3
<i>HIP₀₅</i>		0,57	0,78

При розробці технології мікроклонального розмноження рослин не менш важливим етапом є їх укорінення, яке залежить від складу поживного середовища та виду і концентрації ауксину. Так, для проведення досліджень з укорінення підщеп Myrobalan 29C і Wavit за основу було обрано середовище MS. В першому досліді використовували це середовище як у повному складі, так і з 50 % концентрацією макросолей без додавання фітогормонів, попередньо проводили імпульсну обробку мікропагонів ІМК в концентрації 1,0; 2,0 і 3,0 мг/л.

На середовищі з половинним вмістом макросолей було отримано найвищий відсоток укорінення для підщепи Myrobalan 29C, що склав 90 % за попередньої обробки ІМК в концентрації 1,0 мг/л протягом доби (рис. 2). Саме на середовищі з половинним вмістом макросолей отримували вищі відсотки укорінення за використання різних концентрацій ІМК. Найнижчі відсотки укорінення було отримано при використанні ІМК в концентрації 3,0 мг/л – 40-50 %. При цьому кількість коренів на одну рослину істотно не відрізнялась у всіх варіантах дослідів і коливалась від 1,3 до 1,8 коренів на рослину, а довжина їх була більшою саме на середовищах з повним складом макросолей. У всіх випадках спостерігали формування коренів другого і третього порядку.



А

Б

Рис.2 Укорінення підщепи Myrobalan 29C на середовищі ½MS після експозиції з ІМК 1,0 мг/л (А) і 2,0 мг/л (Б)

В той же час, для підщепи Wavit максимальний відсоток укоріненних мікропагонів вдалося отримати на середовищі з половинним вмістом макросолей та 2,0 мг/л ІМК, але він склав лише 16 %. У обох варіантах середовища з вмістом ІМК 3,0 мг/л було отримано 5,5 % укоріненних рослин. На всіх інших варіантах досліді корені не формувалися (табл. 2).

2. Вплив складу середовища та концентрації ІМК на укорінення підщеп Myrobalan 29C і Wavit

Склад середовища	Myrobalan 29C			Wavit		
	Ефективність ризогенезу, %	Кількість коренів на рослину, шт	Середня довжина кореня, см	Ефективність ризогенезу, %	Кількість коренів на рослину, шт	Середня довжина кореня, см
MS + 1,0 мг/л ІМК	60	1,6	7,3a	0	0	0
½ MS + 1,0 мг/л ІМК	90	1,3	5,8б	0	0	0
MS + 2,0 мг/л ІМК	70	1,3	7,5a	0	0	0
½ MS + 2,0 мг/л ІМК	80	1,8	5,8б	16	2	6,2
MS + 3,0 мг/л ІМК	40	1,5	8,0a	5,5	1	1
½ MS + 3,0 мг/л ІМК	50	1,4	6,3б	5,5	1	8

Примітка: різні букви після значень свідчать про істотну різницю при $p=0,05$.

Рослини досліджуваних підщеп формували 1-2 корені, але загальна якість коренів була незадовільною. З метою покращення відсотку укорінення було поставлено дослід з застосуванням іншого типу ауксина – нафтилоцтгової кислоти в концентраціях 0,75 і 1,0 мг/л. За основу було використано середовище MS (рис. 3, табл. 3).



Рис. 3. Укорінення підщепи Wavit на середовищі ½MS з додаванням 2,0 мг/л ІМК

3. Вплив концентрації НОК на укорінення підщеп Myrobalan 29C і Wavit

Склад поживного середовища	Myrobalan 29C			Wavit		
	Ефективність ризогенезу, %	Кількість коренів на рослину, шт	Середня довжина кореня, см	Ефективність ризогенезу, %	Кількість коренів на рослину, шт	Середня довжина кореня, см
MS + 0,75 мг/л НОК	100	5,1	1,5	27,7	1,4	1,6
MS + 1,5 мг/л НОК	100	2,4	1,9	20,8	2,0	2,2

За використання НОК в обох концентраціях отримували 100 % укоріненних рослин підщепи Myrobalan 29C. Формування коренів розпочиналось вже на 12-й день після висаджування на середовище. Середня кількість коренів переважала на середовищі з меншим вмістом НОК і складала 5,1 кореня на рослину, при цьому середня довжина коренів

була меншою, ніж на середовищі з 1,5 мг/л НОК при вимірюванні коренів на 30 день культивування (рис. 4). Але з часом вони досягали одномірних розмірів. Отримані нами результати узгоджуються з даними інших дослідників, які отримували 72 % укорінених рослин при стимуляції коренеутворення 1,0 мг/л ІМК і 91 % при стимуляції 1,0 мг/л НОК [2]. За результатами статистичної обробки даних було встановлено тісний кореляційний зв'язок між кількістю коренів та їх середньою довжиною ($r=1,0$) у підщепи Wavit, тоді як для підщепи Myrobalan 29C він був обернено пропорційним ($r=-1,0$).



Рис. 4. Укорінення підщепи Myrobalan 29C на середовищі MS з 0,75 мг/л (А) і 1,0 мг/л (Б) НОК на 25 день культивування

Для підщепи Wavit на середовищі для укорінення з НОК також було отримано більший відсоток укорінення у порівнянні зі стимуляцією ІМК. При використанні 0,75 мг/л НОК ризогенез відбувся у 27,7 % експлантів (рис. 5). Окрім того, НОК негативно впливала на ріст та розвиток мікропагонів, які фактично не давали приросту за період культивування на середовищі з цим ауксином. Наскільки нам відомо, це перші опубліковані дані щодо розмноження і укорінення *in vitro* підщепи Wavit, тому технологія укорінення ще вимагає доопрацювання та випробування інших підходів з метою підвищення ефективності ризогенезу.



Рис. 5. Укорінення підщепи Wavit на середовищі MS з додаванням НОК 0,75 мг/л (А) і 1,0 мг/л (Б)

Висновки. Найвищі коефіцієнти пагоноутворення для підщеп Myrobalan 29C і Wavit отримували на середовищі MS з 1,0 мг/л 6-БАП і QL з 1,5 мг/л 6-БАП відповідно. Оптимальним для укорінення підщепи Myrobalan 29C є середовище $\frac{1}{2}$ MS в поєднанні з 1,0 мг/л ІМК, що забезпечило укорінення на рівні 90 % з добре розвиненими коренями, можливе також використання середовища MS з додаванням 0,75 мг/л НОК, що забезпечує 100 % укорінених експлантів, однак розвиток кореневої системи дещо слабший. Кращим ауксином для Wavit є нафтилоцитова кислота, проте її дію необхідно досліджувати надалі.

Список використаної літератури

1. Kaska N. Orchard management in apricots. *Acta Horticulturae*. 2006. № 717. P. 287-294.
2. The effect of plant growth regulators and their concentration in vitro on mass propagation of Myrobalan 29 C rootstock /Shabani Z. etal. *Journal of Horticulture and Forestry*. 2015. Vol. 7(3). P. 57-64. DOI: 10.5897/JHF2014.0364.
3. Sosna I., Licznar-Małańczuk M. Growth, yielding and tree survivability of several apricot cultivars on Myrobalan and 'Wangenheim Prune' seedlings. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*. 2012. № 11(1). P. 27-37.
4. Hernández F., Pinochet J., Moreno M. A., Martínez J.J., Legua P. Performance of Prunus rootstocks for apricot in Mediterranean conditions. *Scientia Horticulturae*. 2010. №124 (3). P. 354-359. DOI: 10.1016/j.scienta.2010.01.020.
5. Murri, G., Massetani, F., Giusti, S., Funari, A. and Neri, D. Yield and fruit quality of 'Fortune' plum grafted on 17 rootstocks in replant soil conditions of central Italy. *Acta Hortic*. 985. 2013. P. 121-126. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.985.15.
6. Stefanova B., Dragoyski K., Dinkova H. Reaction of some rootstocks for plums to soil and climatic conditions of Troyan. *Acta Horticulturae*. 2009. № 825. P. 435-440. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.825.68.
7. Wurm L. Efficiency test of new cultivars and rootstocks for apricot. *Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Früchteverwertung*. 2014. № 64(1). P. 30-38.
8. Yordanov A., Tabakov S., Kaymakanov P. Comparative study of Wavit rootstock with plum and two apricot cultivars in nursery. *Journal of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 60. № 2. P. 159-168. DOI: 10.2298/JAS1502159Y.
9. Hossini A.D., Moghadam E.G., Anahid S. Effects of media cultures and plant growth regulators in micropropagation of Gisela6 rootstock. *Ann. Biol. Res*. 2010. № (1). P. 135-141.
10. Factors influencing *in vitro* propagation of Myrobalan dwarf plum rootstock. II EUFRIN plum and prune working group meeting on present constraints of plum growing in Europe / Plopa C. et al. *ISHS Acta Hortic*. 2012. P. 968. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.968.21.
11. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 1962. № 15. P. 473-497.
12. Quoirin M., Lepoivre P. Improved media for in vitro culture of prunus sp. *Acta Hortic*. 1977. № 78. P. 437-442.
13. Ying-Ning Z. Micropropagation of Chinese plum (*Prunus salicina* Lindl.) using mature stem segments. *Agrobotany*. 2010. № 38. P. 214-218. DOI: 10.15835/nbha3834614
14. Xiaomei L., Paula M. Plant regeneration from in vitro leaves of mature black cherry (*Prunus serotina*). *Plant Cell Tiss. Organ Cult*. 2008. № 94. P. 113-123. DOI: 10.1007/s11240-008-9393-x
15. Yao Y.X., Sun Y.W., Li G.G. Regeneration of plant from in vitro culture of petioles in *Prunus domestica* Lindl. (European plum). *Biotechnology*. 2011. № 10. P. 5504. DOI: 10.5504/BBEQ.2011.0056
16. Movsiuw A. In vitro propagation of virus-free Myrobalan 29 C rootstock. *GRI*. 2011. Vol. 73. P. 101-102.

PROPAGATION AND ROOTING OF ROOTSTOCKS FOR PLUM GROUP CROPS *IN VITRO*

**N.O. YAREMKO, T.V. MEDVEDYEVA, T.A. NATALCHUK,
K.M. UDOVYCHENKO**, PhDs

Y.S. ZAPOLSKY, Junior Research Worker

Institute of Horticulture, NAAS of Ukraine, 03027, Kyiv-27, 23, Sadova st.,
e-mail: nadiiyaremko@gmail.com

Stone crops of the plum group are one of the important economic crops in horticulture of Ukraine. Cultivation of plum, myrabolan, peach and apricot fruit trees is a high-tech process that demands use of planting material based on clonal rootstocks. The rootstock should be characterized by good compatibility with various varieties, ensure uniformity in the garden, appropriate vigor strength, early fruit bearing, high resistance to biotic and abiotic factors etc. Traditional propagation of Prunus spp. is time-consuming and limited by a short growing season and harsh winter conditions. Rootstocks Wavit and Myrabolan 29C have prospects for use in horticulture in Ukraine, so our objective was to optimize their micropropagation technology. The optimal composition of the nutrient medium for micropropagation of two clonal rootstocks of the plum group was established, the influence of different cytokinin concentrations on proliferation of these rootstocks was investigated. The highest coefficients of shoot formation for rootstocks Myrabolan 29C and Wavit were obtained on media MS with 1 mg/l BAP and QL with 1.5 mg/l BAP, respectively. The effect of different concentrations of auxin on the rhizogenesis process was also studied. The optimized medium for rooting of Myrabolan 29C was ½ MS in combination with 1.0 mg/l IBA, which ensured rooting of 90 % of microshoots with well-developed roots, it is also possible to use MS medium with 0.75 mg/l NAA, which provides 100 % of rooted microshoots, but the development of the root system is weaker. The best auxin for Wavit was naphthylacetic acid, but its effect needs to be further investigated.

Key words: rootstock, stone crops, propagation, rooting, cytokinin, auxin, medium.

Одержано редколегією 02.06.2023

DOI:10.35205/0558-1125-2023-78-127-134

УДК 634.1 (037): 631.527.5: 631.535

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ В РОЗСАДНИКУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ САДЖАНЦІВ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

В.А. СОБОЛЬ, кандидат с.-г. наук

Д.Ю. НАТАЛЬЧУК, науковий співробітник

Інститут садівництва (ІС) НААН України, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23

e-mail: rozsadnyky.ic@ukr.net

Наведено результати досліджень з ефективності застосування ґрунтових і контактних гербіцидів при вирощуванні однорічних саджанців в другому полі розсадника.

При вирощуванні саджанців яблуні позитивний результат в середньому за роки досліджень отримано при внесенні ґрунтових гербіцидів Люмакс і Зенкор, особливо при додатковому внесенні в період вегетації контактних Фюзілада або Тарга Супер, сливи – при внесенні Люмакса (крім Давринола,