

ПОСТТРАВМАТИЧНІ РЕГЕНЕРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ У КЛОНОВИХ ПІДЦЕП ЯБЛУНІ

На прикладі клонів яблуні Дон 70–456 і М9 розглянуто особливості неморфогенних регенераційних процесів, завдяки яким відбувається гоєння ран у рослин. Порівняння інтенсивності заростання поранень з датами виконання порізів виявило тенденцію поступового наростання показників регенераційного коефіцієнта навесні та зниження починаючи з другої половини серпня до повного затухання у жовтні. Протягом сезону в обох досліджених клонів підщеп яблуні спостерігали три хвилі підвищеного регенераційного потенціалу: перша — на початку першої декади травня, друга — на початку першої декади липня, третя — наприкінці липня–першій декаді серпня. На динаміку регенераційної здатності протягом сезону більший вплив мала середньодобова температура повітря за період регенерації, ніж сума опадів чи величина гідротермічного коефіцієнта. Середньорічний показник регенераційного коефіцієнта був вищим у роки з вищою сумою опадів за рік і нижчою середньорічною температурою повітря.

Вступ

В Україні, як і в більшості країн з помірним кліматом, яблуня — головна плодова культура, основним способом розмноження якої є щеплення [2, 9, 10].

У науковому і практичному садівництві світу клонів підщепи яблуні вважаються одним з основних біологічних факторів інтенсифікації садівничої галузі. Основне значення клонів підщеп полягає в їх здатності забезпечувати щепленим сортам низькорослість і скороплідність [6]. У прищепній культурі велике значення має правильний вибір підщепи, від якого залежить і міцність зрощення підщепи з прищепою і довговічність підщепно-прищепної комбінації і товарні якості садивного матеріалу [5, 9].

Травми, так само, як і інші місцеві пошкодження, супроводжують усі рослини, а особливо багаторічні, протягом усього життя. Тому в процесі еволюції у них виробились пристосувальні механізми захисту від травм, тобто здатність до гоєння. Це приклад однієї з адаптивних модифікацій, ступінь прояву якої пропорційний силі і тривалості дії природного чи штучного чинника. При цьому адаптивність

модифікації настає лише тоді, коли сила і тривалість травмуючого чинника не виходить за певні межі, визначені минулою еволюційною історією [4]. Відновлення цілісності травмованого організму і його функцій називають регенерацією, а спроможність рослини загоювати рани, що виникають при травмуванні її органів оцінюють за їхнім регенераційним потенціалом [11].

Регенераційні процеси у рослин відбуваються під впливом багатьох чинників. Це перш за все філогенетичні особливості, які у найбільш концентрованому вигляді можуть бути узагальнені в спадкових особливостях (генотипі) кожного виду, різновиду, форми чи сорту. Надзвичайно велике значення мають онтогенетичні особливості конкретної особини, її фізіологічний стан, а також ендогенні й екзогенні чинники хімічної, фізичної та біологічної природи [3, 7].

Матеріали та методи досліджень

Для вивчення динаміки регенераційного потенціалу на однорічних приростах минулого року протягом сезону робили надрізи завдовжки 10–12 мм

і завширшки 1,5–2,0 мм спеціально виготовленим різцем [11]. У місці вирізування ділянки периферійних тканин на пагоні формувалася калюс. Інтенсивність калюсогенезу оцінювали за 9-бальною шкалою. При цьому в 1 бал оцінювали об'єкти, на яких формування калюсу не відбувалось або його поверхня не перевищувала 5% ранки; 2 бали — ті, де калюс займав 5,1–12,5%, 3 бали — 12,6–25,0%, 4 бали — 25,1–37,5%, 5 балів — 37,6–50,0%, 6 балів — 50,1–62,5%, 7 балів — 62,5–75,0%, 8 балів — 75,1–87,5%, 9 балів отримували об'єкти з площею калюсу від 87,5 до 100% відповідно. Перше поранення робили на початку третьої декади березня, друге — на початку другої декади квітня, а наступні — щодаки.

Регенераційний коефіцієнт (R) розраховували за розробленою нами формулою:

$$R = \frac{S^2}{n_1 + n_2}$$

У чисельник формули записували піднесений до квадрату бал інтенсивності калюсогенезу, а в знаменник — суму кількості діб від дати поранення до початку і завершення

(повного заростання або припинення) калюсогенезу.

Для підрахунку кількості опадів, середньодобової температури повітря та суми ефективних та активних температур використовували дані Уманської метеостанції. Гідротермічний коефіцієнт розраховували за формулою Селянінова Г. Т. [12]:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{0,1 \sum T},$$

де ГТК — гідротермічний коефіцієнт, $\sum P$ — сума опадів за вегетаційний період, $\sum T$ — сума активних (вище +10 °C) температур.

Статистичний аналіз результатів виконували за рекомендаціями Р. Фішера [13], Атраментової Л. О. [1], Єщенко В. О. та ін. [8].

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень посттравматичної регенераційної здатності клонових підщеп яблуні показали, що в середньому за сезон регенераційний коефіцієнт вищим був у підщепі Дон 70–456–4,46 одиниці, що на 1,43 одиниці перевищує показник підщепи М9 (табл. 1).

1. Інтенсивність неморфогенного калюсогенезу клонових підщеп яблуні залежно від дати поранення (середнє за 2010, 2012, 2013 рр.)

Дата поранення	Дон 70–456	М9
20–29.03	1,60	1,23
31.03–5.04	2,26	1,85
09–14.04	2,63	2,14
19–24.04	4,61	2,78
30.04–03.05	5,38	4,77
12–15.05	5,18	4,26
21–26.05	4,65	4,23
31.05–06.06	4,90	4,55
09–18.06	7,25	4,33
20–26.06	7,78	4,18
01–05.07	8,10	4,78
09–15.07	6,73	4,53
19–25.07	7,52	4,21
29–30.07	7,83	4,53
02–09.08	5,07	4,93
12–19.08	4,64	2,46

1	2	3
22–30.08	2,68	2,11
02–09.09	1,99	0,52
13–22.09	1,52	0,69
25–29.09	0,95	0,50
4–14.10	0,41	0,03
Середнє	4,46	3,03
Дисперсія	2,48	1,70
Коефіцієнт варіації	55,59	56,03

Посттравматичний регенераційний потенціал досліджених клонових підщеп яблуні характеризувався поступовим наростанням показників регенераційного коефіцієнта навесні та зниженням починаючи з другої половини серпня до повного затухання у жовтні.

Протягом сезону у обох досліджених клонових підщеп яблуні спостерігали три хвилі підвищеного регенераційного потенціалу: перша — на початку першої декади травня, друга — на початку першої декади липня, третя — кінець липня–перша декада серпня.

У підщепи Дон 70–456 період з найвищими показниками регенераційного коефіцієнта (від 6,73 до 8,1) припадав на червень–липень з максимумом при

пораненні на початку першої декади липня, а період з показниками регенераційного коефіцієнта вище 4,0 тривав з другої декади квітня до другої декади серпня. У підщепи М9 максимальний показник регенераційного коефіцієнта припадав на першу декаду серпня, але був на 3,17 меншим і становив 4,93 одиниці. При цьому період з показниками регенераційного коефіцієнта вище 4,0 тривав з травня до кінця першої декади серпня.

Порівняння показників регенераційного коефіцієнта в середньому за сезон показало перевагу підщепи Дон 70–456 в усі роки досліджень. При цьому найвищі показники регенераційного коефіцієнта у обох підщеп було отримано у 2010 році (рис. 1).

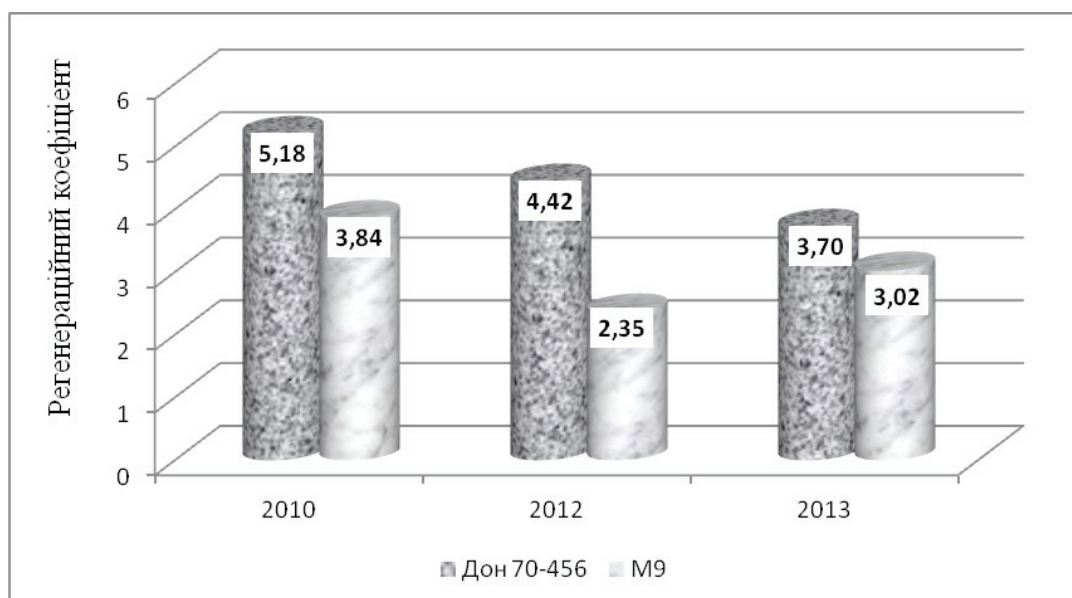


Рис. 1. Середній регенераційний коефіцієнт клонових підщеп яблуні у різні роки досліджень

Розрахунки коефіцієнтів кореляції показників середнього за сезон регенераційного коефіцієнта та окремих метеорологічних показників за роки

досліджень виявили у обох підщеп сильну пряму залежність від суми опадів за рік і зворотну — від середньорічної температури повітря (табл. 2).

2. Коефіцієнти кореляції між середньорічними показниками регенераційної здатності клонових підщеп яблуні та метеорологічними показниками

Підщепа	Середньорічна температура повітря, °С	Сума опадів за рік, мм	ГТК	Середня температура повітря за березень–жовтень, °С	Сума опадів за березень–жовтень, мм
Дон 70–456	-0,98	0,94	0,19	0,10	0,33
М9	-0,39	0,81	0,92	-0,77	0,97
Середнє	-0,78	0,99	0,62	-0,37	0,73

Щодо кореляції середнього за сезон регенераційного коефіцієнта і метеорологічних показників за період виконання досліджень, то сильний прямий зв'язок з сумою опадів за березень–жовтень та величиною гідротермічного коефіцієнта і сильний зворотний — з середньою температурою повітря за ці місяці виявлено лише у підщепи М9, що можна пояснити її біологічними особливостями, через які на її ріст і розвиток сильніше впливають умови вирощування. Регенераційна здатність підщепи Дон 70–456 значно менше залежала від метеорологічних показників за період вегетації ($r=0,10-0,33$).

У 2010 році регенераційний коефіцієнт підщепи Дон 70–456 протягом травня поступово зростає від 3,38 до 5,22 одиниці, а у червні спостерігали його підвищення до 8–9 одиниць (рис. 2). Період з найвищими показниками регенераційного коефіцієнта у підщепи Дон 70–456 припадає на липень з максимумом (13,50) при пораненні у кінці третьої декади. Після цього починався етап поступового зменшення регенераційного потенціалу. Протягом серпня його показники ще залишалися досить високими (вище 6 одиниць), але вже на початку вересня становили менше 2 одиниць і поступово знижувались до повного затухання регенерації.

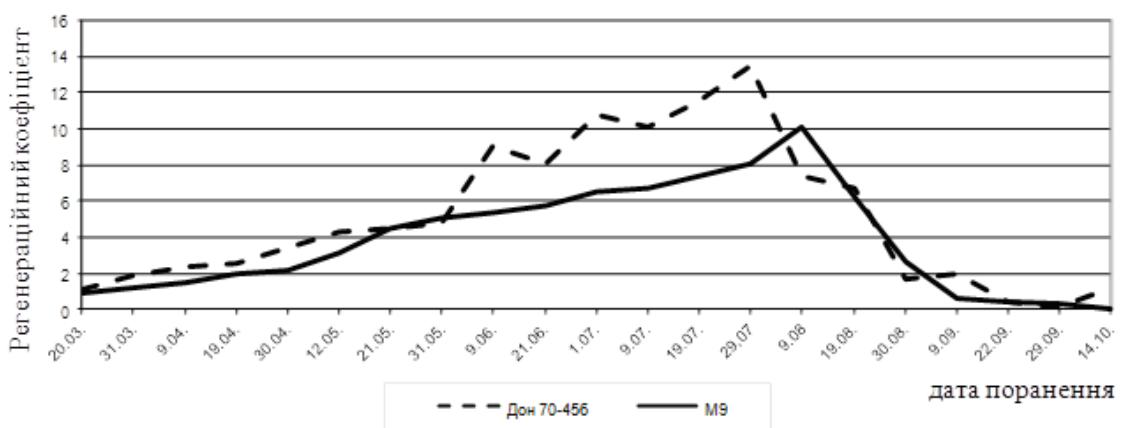


Рис. 2. Інтенсивність неморфогенного калюсогенезу клонових підщеп яблуні залежно від дати поранення (2010 р.)

У підщепи М9 поступове збільшення регенераційного коефіцієнта від 3,12 до 7,36 одиниць тривало з другої декади травня до другої декади липня. Найвищі показники регенераційного коефіцієнта спостерігали при пораненнях 29 липня (8,1) та 9 серпня (10,13), після чого регенераційний коефіцієнт зменшився до 6,23 при пораненні 19 серпня

і до 2,61 при пораненні 30 серпня.

У 2012 році (рис. 3) показник регенераційного коефіцієнта підщепи Дон 70–456 при пораненні вже у першій і другій декаді квітня перевищив 2 одиниці, а у третій — 6 одиниць і досягнув свого максимуму при пораненні на початку травня (7,36 одиниць).

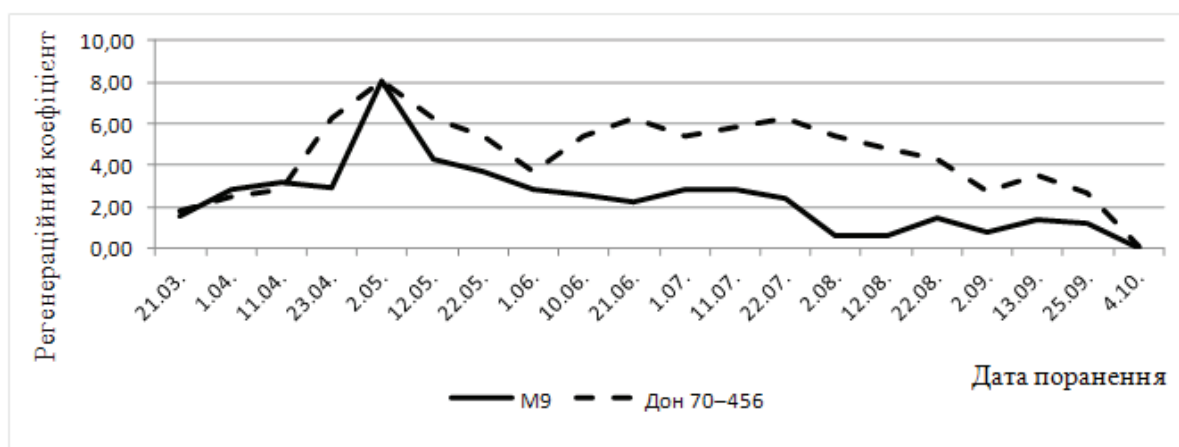


Рис. 3. Інтенсивність неморфогенного калюсогенезу клонових підщеп яблуні залежно від дати поранення (2012 р.)

Надалі до першої декади серпня показники регенераційного коефіцієнта перевищували 5 одиниць, за виключенням поранення на початку червня, коли регенераційний коефіцієнт знизився до 3,68. У другій і третій декадах серпня регенераційний коефіцієнт підщепи Дон 70–456 все ще був досить високим — 4,76 і 4,26 одиниць відповідно, у вересні — від 2,67 до 3,52 одиниць і різко знизився майже до нуля на початку жовтня.

У підщепи М9 показник регенераційного коефіцієнта також вже у квітні становив 2,79–3,12 одиниць і досягнув свого максимуму при пораненні на початку травня (7,36 одиниць). Після цього спостерігали поступове зменшення регенераційного потенціалу до 4,26 та 3,68 одиниць у другій і третій декадах травня. У червні–липні регенераційний коефіцієнт підщепи М9 коливався від 2,25 до 2,79 одиниць, у серпні–вересні — від 0,59 до 1,45 одиниць, а при пораненні у першій декаді жовтня регенераційних процесів не спостерігали зовсім.

У 2013 році показник регенераційного коефіцієнта підщепи Дон 70–456 при пораненні в кінці

березня вже наблизився, а у першій і другій декадах квітня перевищив 2 одиниці (рис. 4). Період найвищої регенераційної активності розпочався у третій декаді квітня, коли показник регенераційного коефіцієнта становив 5,06 одиниць, і тривав до кінця липня з показниками регенераційного коефіцієнта 4,05–8,10 одиниць. При цьому максимальною регенераційна активність була при пораненні у третій декаді червня і першій декаді липня. Протягом серпня–вересня регенераційний потенціал підщепи Дон 70–456 поступово знижувався від 2,45 до 0,04 одиниць регенераційного коефіцієнта.

У підщепи М9 показник регенераційного коефіцієнта у березні–квітні зростав повільніше — від 1,27 до 3,52 одиниць. Період найвищої регенераційної активності з показниками регенераційного коефіцієнта вище 4 одиниць розпочався у першій декаді травня і тривав до другої декади липня. При цьому максимальний показник регенераційного коефіцієнта (5,79 одиниць) зафіксовано при пораненні у першій декаді червня. Крім того, після спаду регенераційної активності у другій половині липня, у першій декаді

серпня спостерігали невелике її підвищення до 4,05 одиниці регенераційного коефіцієнта. З другої декади

серпня регенераційна активність швидко зменшувалась аж до повного затухання вже в кінці вересня.

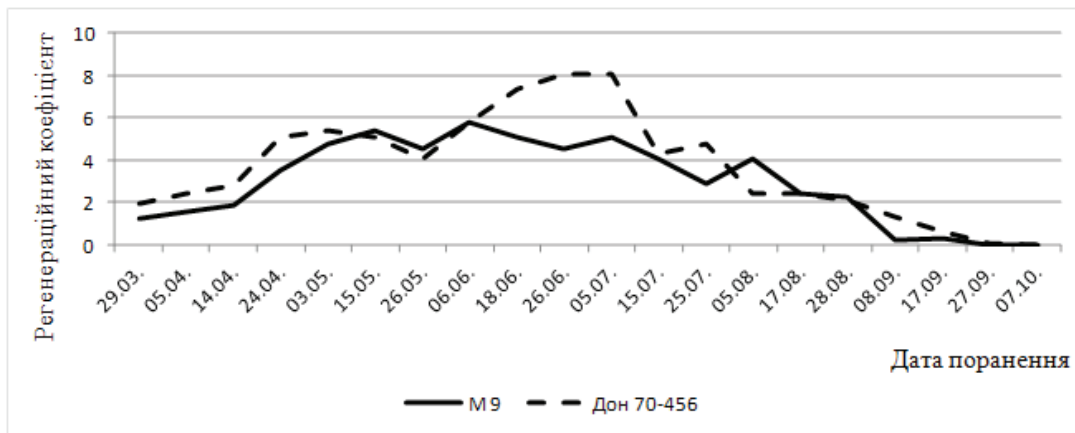


Рис. 4. Інтенсивність неморфогенного калюсогенезу клонових підщеп яблуні залежно від дати поранення (2013 р.)

Розрахунки коефіцієнтів кореляції показників регенераційної здатності та окремих метеорологічних показників за період від поранення до загоювання ранки або припинення регенераційних процесів

виявили тенденцію більшої залежності регенераційного потенціалу від коливань середньодобової температури повітря, ніж від решти досліджених показників (табл. 3).

3. Коефіцієнти кореляції між показниками регенераційної здатності клонових підщеп яблуні та метеорологічними показниками у період регенерації

Підщепа	Показник					
	$\sum_{ef} >5^{\circ}C$ за період регенерації	$\sum_{ак} T$ за період регенерації	ГТК за період регенерації	Сума опадів за декаду в період поранення	Сума опадів за період регенерації	Середньодобова температура по- вітря за період регенерації
2010						
Дон 70-456	-0,55	-0,39	-0,56	0,22	-0,30	0,92
М9	-0,46	-0,44	-0,41	0,23	-0,10	0,97
2012						
Дон 70-456	0,03	-0,04	-0,40	0,06	-0,45	0,77
М9	-0,52	-0,54	-0,60	0,13	-0,07	0,24
2013						
Дон 70-456	0,03	-0,001	-0,27	-0,09	-0,29	0,82
М9	-0,07	-0,124	-0,26	-0,13	-0,32	0,87

Саме з середньодобовою температурою повітря за період регенерації виявлено сильну пряму кореляцію регенераційної здатності досліджених клонових підщеп яблуні, за виключенням підщепи М9 у 2012 році, що ймовірно пов'язано з її біологічними

особливостями (розміщення кореневої системи у поверхневих шарах ґрунту [6], які так проявилися в умовах найменшої кількості опадів у період з березня по жовтень на фоні найвищої середньомісячної температури повітря більшості місяців вегетації за

роки досліджень. Коефіцієнти кореляції регенераційної здатності з рештою досліджених метеорологічних показників були низькими ($-0,32 \dots 0,24$) або середніми ($-0,39 \dots -0,60$) зі знаком мінус, що вказує на зворотну кореляцію.

Висновки

Інтенсивність неморфогенної посттравматичної регенераційної здатності досліджених клонових підщеп яблуні залежала від генетичних особливостей рослини. Зміни показників регенераційного

коефіцієнта протягом вегетації загалом відповідали ритмам сезонного розвитку з відповідними коливаннями пов'язаними з умовами року досліджень. На динаміку регенераційної здатності протягом сезону більший вплив мала середньодобова температура повітря за період регенерації, ніж сума опадів чи величина гідротермічного коефіцієнта. Щодо середнього за сезон регенераційного коефіцієнта, то у обох підщеп виявлено сильну пряму залежність від суми опадів за рік і зворотну — від середньорічної температури повітря.

Перелік посилань

1. Атраментова Л. О. Статистика для біологів / Л. О. Атраментова, О. М. Утевська. — Харків.: НТМТ, 2014. — 330 с.
2. Браун А. Д. Яблоня // Селекция плодовых растений / Пер. с англ. Александровой В. Г., Высоцкого В. А., Гаделия Н. В. и др.; под ред. Х. К. Еникеева. — М.: Колос, 1981. — 760 с.
3. Гартман Х. Т. Размножение садовых растений: Пер. с англ. / Х. Т. Гартман, Д. Е. Кестер. — М.: Сельхозиздат, 1963. — 471 с.
4. Гершензон С. М. Основы современной генетики / С. М. Гершензон. — К.: Наукова думка, 1979. — 508 с.
5. Гулько І. Нові клонові підщепи яблуні для інтенсивних садів України // Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу: Тез. доп. / І. Гулько. — Львів: ЛДАУ, 1999. — С. 255–257.
6. Гулько І. П. Клонові підщепи яблуні / І. П. Гулько. — К.: Урожай, 1992. — 155 с.
7. Кренке Н. П. Регенерация растений / Н. П. Кренке. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. — 667 с.
8. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. — К.: Дія, 2005. — 288 с.
9. Опалко О. А. Динаміка регенераційного потенціалу яблуні / О. А. Опалко // Зб. наук. пр. Уманської ДДА. — 2002. — Вип. 55. — С. 182–188.
10. Опалко А. І. Селекція плодкових і овочевих культур / А. І. Опалко, Ф. О. Заплічко. — К.: Вища шк., 2000. — 440 с.
11. Селекція плодкових і овочевих культур. Практикум: навчальний посібник / А. І. Опалко, А. О. Яценко, О. А. Опалко, Н. В. Мойсейченко. — К.: Наук. світ, 2004. — 307 с.
12. Чирков Ю. И. Агрометеорология / Ю. И. Чирков. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 296 с.
13. Fisher R. A. Statistical methods for research workers / R. A. Fisher. — New Delhi: Cosmo Publications, 2006. — 354 p.

Рекомендував до друку Опалко А. І.

О. А. Опалко

Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины

ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИЕ РЕГЕНЕРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ У КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ

На примере клоновых подвоев яблони Дон 70–456 и М9 рассмотрены особенности неморфогенных регенерационных процессов, благодаря которым происходит заживление ран у растений. Сравнение интенсивности зарастания ранок с датами выполнения порезов выявило тенденцию постепенного нарастания показателей регенерационного коэффициента весной и его снижения начиная со второй половины августа до полного затухания в октябре. За сезон у обоих клоновых подвоев яблони наблюдали три волны повышенного регенерационного потенциала: первая — в начале первой декады мая, вторая — в начале первой декады июля, третья — в конце июля–первой декаде августа. На динамику регенерационной способности на протяжении сезона большее влияние имела среднесуточная температура воздуха за период регенерации, чем сумма осадков или величина гидротермического коэффициента. Среднегодовой показатель регенерационного коэффициента был выше в годы с большим количеством осадков за год и меньшей среднегодовой температурой воздуха.

O. A. Opalko

National Dendrological Park “Sofievka” of the National Academy of Sciences of Ukraine

POSTTRAUMATIC REGENERATION PROCESSES AT CLONAL ROOTSTOCKS OF APPLE

The features of the phenomenon of non-morphogenic post-traumatic regeneration, which facilitate healing various injuries of plants, was reviewed on the example of a clonal rootstocks of apple Don 70–456 and M9. The comparison of intensity of the healing of injuries with the dates of notching revealed the tendency of the gradual increase rate of regeneration coefficient in spring and decrease since the second half of August to complete attenuation in October. During the growing season was watched three waves of increased regeneration potentials in both clonal rootstocks of apple: first — at the beginning of the first decade of May, second — at the beginning of the first decade of July, third — in late July-early August. The average daily temperature for the period of regeneration had a greater influence at the dynamics of the regenerative ability during the growing season than the amount of precipitation and hydrothermal coefficient. The average annual regeneration rate was higher in years with high rainfall during the year and with higher average annual air temperature.