

## **ЗАЛЕЖНІСТЬ ФОРМОУТВОРЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ВІД АЗОТНОГО ОБМІНУ В КРОНАХ ІНТЕНСИВНИХ САДІВ ЯБЛУНІ ЗОНИ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

*Подано результати багаторічних досліджень формоутворення (формування вегетативних і генеративних бруньок, листків, пагонів, гілок, плодоносних утворень) в різних конструкціях крон і садів залежно від вікових періодів та зв'язок цих процесів з азотним, у тому числі амінокислотним, обміном.*

### **Проблема і завдання досліджень**

Формоутворювальні процеси є основою продуктивності яблуні. Тому вивченню їх активності й характеру, зокрема процесам закладання і диференціації генеративних бруньок [5], надавалася і надається значна увага. Процеси формоутворення досить лабільні й значною мірою залежать від біологічних особливостей сортів, водного і поживного режимів ґрунту, систем утримання ґрунту, ґрунтово-кліматичних умов тощо [1–6]. Фізіолого-біохімічні процеси, що зумовлюють візуально-морфологічний прояв формоутворення, вивчені ще недостатньо, хоча цьому питанню здавна приділялася велика увага [1, 5], зокрема ролі азоту в процесах закладання і диференціації генеративних бруньок. Однак багато питань формоутворення, ролі азоту, зокрема ролі амінокислотного обміну в цих процесах, потребують подальшого вивчення в сучасних інтенсивних садах.

### **Методика**

Дослідження проводились у дослідному саду ЖНАЕУ (с. В.Горбаші Черняхівського району Житомирської області) на дерново-середньопідзолистих супіщаних, глеюватих ґрунтах (вміст гумусу в орному шарі – 1,6 %, підґрунтові води на глибині 1,5–1,8 м, середньорічна кількість опадів – 570 мм, відносна вологість повітря – 67–79 %, рівень забезпечення основними елементами живлення – оптимальний).

**Об'єкти досліджень:** реєстровані в нашій країні сорти Кальвіль сніговий, Джонатан та інші на насіннєвій (переважно сіянці Антонівки звичайної) і клоновій (М3) підщепах з різними конструкціями, способами формування молодих і обрізування крон плодоносних дерев у широкорядних (8x4,5 м), пальметних (5x4,5 м) і вузькорядних (4x2 м) садах; у широкорядному ущільненому саду формування та обрізування ярусної крони проводилось згідно з існуючими рекомендаціями; до комбінованої пальмети застосовувалось згинання пагонів і гілок та слабе й помірне обрізування, а до вільноростучої –

лише обрізування; у вузькорядному саду до крон типу вільного веретена застосовувалось обрізування переважно в зимово-весняний період.

Відбір і підготовка рослинних зразків до аналізу проводились за загальноприйнятими у плідівництві методами. Загальний азот визначали за методом Гінзбург, Щеглової, Вульфус; білковий азот визначали за цим же методом після осадження білка трихлороцтовою кислотою. Розрахунки проводились за формулою автора:

$$x(\%) = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot k \cdot 100}{d \cdot m \cdot n},$$

де  $x$  – вміст азоту у відсотках;  $a$  – концентрація N, мг на 100 г зразкового розчину (за калібрувальним графіком);  $b$  – загальний об'єм робочого розчину, що аналізується на ФЕК;  $d$  – кількість розчину для калібрувального графіка, мл;  $m$  – наважка речовини, мг або г;  $n$  – кількість початкового розчину, взятого для виготовлення робочого розчину, мл;  $k$  – коефіцієнт переходу на N.

Якісний склад і вміст амінокислот визначали за методом паперової хроматографії; розділяли плями на одномірній хроматографії 5-кратним пропусканням суміші розчинника. Оптичну щільність установлювали на ФЕК–М. Вміст визначали за формулою автора:

$$x = \frac{a \cdot \Psi \Psi \Psi}{m \Phi \Phi} (\text{мг} \%),$$

де  $a$  – показник оптичної щільності досліджуваного розчину;  $b$  – вміст амінокислоти в контрольному розчині;  $c$  – кількість мл досліджуваного елюата;  $k$  – коефіцієнт для перерахунку, мг %, дорівнює 100000;  $m$  – показник оптичної щільності контрольного розчину;  $n$  – наважка досліджуваної речовини;  $d$  – кількість досліджуваного елюата, нанесеного в пляму, мл.

### Результати досліджень

В умовах Полісся України, як і в інших зонах та країнах, спостерігалась значна активізація утворення пагонів і плодоносних гілочок на зігнутих в період формування до горизонтального і дугоподібного положення гілках різних типів крон. У 5–6-річних площинних кронах Джонатана і Кальвія снігового на МЗ та сіянцях Антонівки звичайної кількість плодоносних утворень і генеративних бруньок на зігнутих до горизонтального і дугоподібного положення гілках збільшувалась в 1,25–1,52 рази, порівняно з ортотропними, що мали кути відходження до 45–50°. У деяких сортів така ж різниця зберігається і за відношенням до вертикального центрального провідника, тоді як в інших її немає або ж спостерігається зворотна тенденція.

У період формування крон чисельність генеративних бруньок на зігнутих гілках збільшувалась на 7,4–133,3 %. Природні плагіотропні гілки, особливо горизонтальні, нерідко не мали переваги перед ортотропними. Як правило,

збільшення кута відходження гілки супроводжувалось активізацією галуження й утворення генеративних бруньок.

Активізація утворення генеративних бруньок зумовлюється особливостями процесів метаболізму у фазі їх закладання, що в наших умовах припадає на третю декаду червня–першу половину липня; зміни інтенсивності галуження гілок також спричинені характером фізіолого-біохімічних процесів протягом осіннього і весняного періодів. У зігнутих гілках Кальвіля снігового після закінчення вегетації вміст загального азоту зменшувався на 16,0–62,9 %; у корі дугоподібних гілок змін не було, а в полярних зонах горизонтальних гілок зменшення становило 34,0–41,4 %. Навесні в корі середньої та нижньої частин зігнутих гілок вміст загального азоту збільшувався на 12,7–58,6 %, у деревині – на 59,2–265 % (табл. 1); найвищим вмістом азоту у верхній зоні відрізнялись вертикальні гілки, найнижчим – гілки з кутом відходження 45–50°. У корі верхніх метамер зігнутих гілок білкового азоту було на 5,7–22,8 % менше, ніж у вертикальних, і на 16,4–42,2 % більше за відношенням до гілок з кутами відходження 45–50°; за вмістом білкового азоту в середній та нижній частинах позитивно виділялись дугоподібні гілки.

**Таблиця 1. Вміст азоту, % до маси сухої речовини, у 2-річних гілках залежно від їх положення в площинній кроні 4-річних дерев яблуні сорту Кальвіль сніговий на клоновій середньорослій підщепі М3 (25.IV)**

Частина гілки	Тканина	Положення гілки			
		вертикальне	< 45–50°	горизонтальне	дугоподібне
Азот загальний					
Верхня	Кора	2,16±0,05	1,42±0,10	1,83±0,07	2,01±0,03
	Деревина	1,14±0,01	0,86±0,04	1,31±0,13	1,43±0,05
Середня	Кора	1,62±0,11	1,44±0,10	1,87±0,05	1,94±0,12
	Деревина	0,66±0,10	0,76±0,05	1,21±0,17	1,44±0,07
Нижня	Кора	1,58±0,04	1,45±0,08	1,78±0,11	2,30±0,15
	Деревина	0,54±0,06	0,40±0,02	1,01±0,01	1,06±0,05
Азот білковий					
Верхня	Кора	1,93±0,13	1,28±0,04	1,49±0,10	1,82±0,05
	Деревина	1,24±0,11	0,81±0,07	0,82±0,01	1,24±0,03
Середня	Кора	1,50±0,15	1,14±0,05	1,34±0,10	1,79±0,08
	Деревина	0,84±0,04	0,64±0,01	0,72±0,01	1,40±0,13
Нижня	Кора	1,41±0,04	0,93±0,05	1,25±0,12	1,60±0,15
	Деревина	0,52±0,03	0,28±0,03	0,76±0,11	0,67±0,05

Порівняно з весняним періодом, у фазі закладання генеративних бруньок вміст у гілках азоту значно зменшувався (табл. 2). У гілках різного положення поздовжній розподіл загального і білкового азоту виражався акропетальними градієнтами. У верхніх частинах зігнутих гілок, розміщених на подібних, вміст загального азоту збільшувався на 13,6–28,8 %, у нижніх – на 16,7–40,5 %, білкового – на 37,8–48,9 і 21,9–50,0 % відповідно, порівняно з вертикальними

гілками, що утворилися на гілках з кутами відходження 45–55°; помітно збільшувалось також відношення білкового азоту до загального.

**Таблиця 2. Вміст азоту, % до маси сухої речовини, у тканинах 2-річних гілок залежно від їх положення в площинній кроні 5-річних дерев яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі у фазі закладання генеративних бруньок**

Положення гілки	Частина гілки	Форма азоту			Білковий : загальний, %
		загальний	білковий	небілковий	
Вертикальне	Верхня	0,66±0,10	0,45±0,00	0,21±0,02	68,18
	Нижня	0,42±0,00	0,32±0,00	0,10±0,00	76,19
Горизонтальне	Верхня	0,75±0,00	0,52±0,03	0,13±0,01	82,67
	Нижня	0,59±0,04	0,48±0,00	0,11±0,01	81,35
Дугоподібне	Верхня	0,85±0,03	0,67±0,00	0,18±0,01	78,82
	Нижня	0,49±0,01	0,39±0,02	0,10±0,00	79,58

Згинання пагонів і гілок викликає порушення поперечної полярності розподілу загального азоту за рахунок збільшення його концентрації в тканинах верхньої радіальної частини.

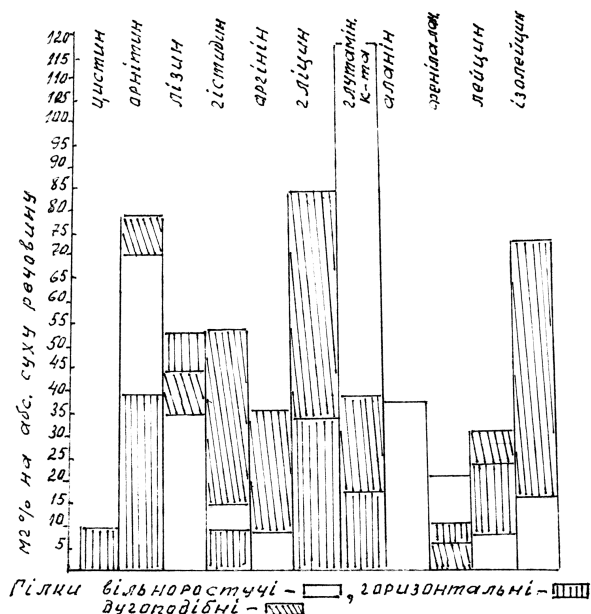
У вікові періоди росту і плодоношення, плодоношення і росту, плодоношення протягом річного циклу вміст загального азоту в тканинах 2-річних гілок значно змінювався. Так, наприклад, у 5-річних яблунь Кальвіля снігового найвищий вміст загального азоту спостерігався в лютому–квітні, понижений – у період активної вегетації та після її закінчення. У період активної вегетації до верхніх частин вертикальних гілок надходить більше азоту, ніж до подібних метамер зігнутих гілок, а нижні зони характеризуються майже однаковим вмістом. Після закінчення росту і в період спокою позитивно виділялись зігнуті гілки. В усі строки гілки мали чітко виражені акропетальні градієнти вмісту азоту.

Способи згинання гілок у плодоносних насадженнях впливають на якісний склад та вміст вільних амінокислот в їх тканинах; вільноростучі гілки характеризувалися найвищим вмістом глютамінової кислоти (рис. 1), що, певно, сприяло активізації ростових процесів. У тканинах дугоподібних гілок підвищений вміст орнітина, гліцерина, гістидина та ізолейцина, у горизонтальних – лізина. Не виключено, що ці зміни впливають на інтенсивність утворення кільчаток у площинних кронах (табл. 3), до яких в усі вікові періоди застосовувалось згинання пагонів і гілок. Зміна природного положення гілок активізувала не лише утворення кільчаток, а й закладання і диференціацію генеративних бруньок, зокрема на плодоносних утвореннях комбінованої пальмети сорту Джонатан, де їх кількість на 1 м довжини гілки збільшувалась в 1,75–2,38 раза, відношення до загальної чисельності всіх розкритих бруньок – у 2,05–2,15 раза; у Кальвіля снігового позитивну дію виявляло лише згинання до горизонтального положення. Природні ортотропні й плагіотропні гілки округлої

ярусної крони особливо не відрізнялись ані за формуванням на них кільчаток, ані за утворенням генеративних бруньок.

**Таблиця 3. Утворення кільчаток і генеративних бруньок на 2-річних гілках 7-річних дерев яблуні (підщепа насіннєва) залежно від їх положення та конструкції крони і саду**

Положення гілки	Кільчатки		Генеративні бруньки			
	шт. на 1 м довжини гілки				% до розкритих бруньок	
	Кальвіль сніговий	Джонатан	Кальвіль сніговий	Джонатан	Кальвіль сніговий	Джонатан
Сферична ярусна крона						
Вертикальне	28,1±2,6	28,1±2,6	28,1±2,6	28,1±2,6	36,7	26,3
Горизонтальне	35,0±1,1	28,1±2,6	28,1±2,6	28,1±2,6	33,4	37,2
Дугоподібне	36,2±1,7	28,1±2,6	28,1±2,6	28,1±2,6	35,1	23,6
Пальмета комбінована						
Вертикальне	40,4±2,4	28,1±2,6	28,1±2,6	28,1±2,6	29,2	32,1
Горизонтальне	44,2±1,9	28,1±2,6	28,1±2,6	28,1±2,6	31,9	64,5
Дугоподібне	51,1±2,1	28,1±2,6	28,1±2,6	28,1±2,6	23,2	69,1



**Рис. 1. Вміст вільних амінокислот у тканинах 2-річних гілок різного положення в площинній кроні 7-річних дерев яблуні Кальвіля снігового на насіннєвій підщепі у фазі закладання генеративних бруньок (12.07)**

Протягом вікових періодів плодоношення і росту та плодоношення інтенсивність галуження зумовлювалася здебільшого способами обрізування крон. Якщо у 8-річних дерев з інтенсивним ростом укорочування не сприяло галуженню округлої та площинної крон, то з віком таке обрізування забезпечувало більш позитивні результати. Тому ступінь галуження був найвищий в ярусній кроні і вільноростучій пальметі (табл. 4), до яких на фоні контурного обрізування застосовувалося укорочування гілок усередині крони. Але кільчаток утворювалось більше в кронах, до яких, крім обрізування, застосовувалось згинання пагонів і гілок. У плодоносних насадженнях Кальвіля снігового кількість кільчаток на зігнутих до горизонтального і дугоподібного положення гілках площинної крони збільшувалась на 20,9–24,5 %, у Джонатана – на 20,2–34,4 % (табл. 5). У сорту Джонатан на зігнутих гілках збільшилась також чисельність пагонів – на 45,7–54,3 %, тоді як у Кальвіля снігового згинання до горизонтального положення не вплинуло на утворення, а на дугоподібних їх було значно менше. Зігнуті гілки також відрізнялись дещо більшою інтенсивністю формування на їх плодоносних утвореннях генеративних бруньок – у Кальвіля снігового перевага горизонтальних гілок над ортотропними (вертикальними) становила 19,4 %, дугоподібних – 9,7 %, у Джонатана – 25,8 і 12,8 % відповідно. Довжина зони з превентивними бруньками у зігнутих гілках істотно не змінювалась.

*Таблиця 4. Активність галуження яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі залежно від конструкції крони і саду*

Варіант – конструкція крони	Ступінь галуження	Кількість розгалужень на 1 м довжини осі основної гілки, шт.	
		всього	у т. ч. кільчаток
8-річні дерева			
Сферична ярусна	10,44±2,37	97,9±10,5	66,8±8,5
Пальмета комбінована	16,30±1,79	150,3±24,3	130,9±20,7
Пальмата вільноростуча	15,36±2,05	106,0±11,7	83,3±9,2
9-річні дерева			
Сферична ярусна	25,92±2,09	176,7±21,3	136,4±18,4
Пальмета комбінована	27,30±1,97	196,8±15,1	162,4±13,5
Пальмата вільноростуча	37,96±1,53	163,4±10,9	132,0±9,0
10-річні дерева			
Сферична ярусна	49,04±5,11	374,2±20,5	291,5±17,6
Пальмета комбінована	39,01±2,62	335,9±11,7	283,0±8,4
Пальмата вільноростуча	42,63±1,34	395,7±9,5	330,3±7,1

У широкорядних ущільнених садах з ярусною кроною на 4-річних деревах залежно від сорту утворювалось 2354–2746 листків загальною площею 1334–1718 м<sup>2</sup> на 1 га; у 7-річних насадженнях – 13672–17697 листків площею 7228–

10956 м<sup>2</sup>/га; на 12–13-річних деревах – 22809–30521 листок загальною площею 14178–24300 м<sup>2</sup>/га; 4-річні площинні крони (комбінована і вільноростуча пальмети) формували 2497–3251 листок площею 2301–3210 м<sup>2</sup>/га; 7-річні – 17466–23815 листків і 15229–20073 м<sup>2</sup>/га відповідно, а 12–13-річні – 25752–38266 листків загальною площею до 40582–41400 м<sup>2</sup>/га, тобто досягли оптимальних показників, що забезпечують максимальну продуктивність насадження. Майже такі ж показники (33,9–36,4 тис. м<sup>2</sup>/га) мали 10-річні насадження з веретеноподібними малооб'ємними кронами.

**Таблиця 5. Інтенсивність формування вегетативних і генеративних утворень на 2-річних гілках залежно від їх положення в площинній кроні 10–13-річних дерев яблуні на насіннєвій підщепі**

Положення гілки	Штук на 1 м довжини гілки			Довжина зони зі сплячими бруньками
	кільчаток	пагонів	генеративних бруньок	
Джонатан				
Вертикальне	9,9±0,5	3,5±0,4	6,2±0,2	10,0±1,1
Горизонтальне	11,9±0,3	5,1±0,1	7,8±0,3	12,8±0,5
Дугоподібне	13,3±0,4	5,5±0,3	7,0±0,1	10,7±1,4
Кальвіль сніговий				
Вертикальне	11,0±0,7	4,9±0,2	7,2±0,2	8,3±0,9
Горизонтальне	13,7±0,1	5,4±0,6	8,6±0,3	10,1±0,7
Дугоподібне	13,3±0,3	3,5±0,5	7,9±0,1	12,8±1,3

Формування вегетативних і генеративних утворень крон найактивніше у першій половині вегетації. З різною інтенсивністю відбувається й азотний обмін протягом річного циклу росту та розвитку дерев, про що свідчать значні коливання вмісту загального і білкового азоту в тканинах 2–3-річних гілок, стебел пагонів, вегетативних бруньок. У березні тканини 2-річних гілок і вегетативних бруньок комбінованої пальмети містили дещо менше (0,78 і 0,91 мг%) білкового азоту, але його відношення до загального азоту було вищим, порівняно з ярусною кроною широкорядного саду. У травні тканини 2–3-річних гілок комбінованої пальмети містили менше (1,09 і 0,51 мг%) білкового азоту, а вегетативні бруньки – значно більше (1,56 мг%). У фазі закладання генеративних бруньок (липень) і після завершення вегетації (листопад) істотної різниці за вмістом загального білкового азоту в тканинах гілок однакового положення в округлих і площинних кронах не виявлено. Тканини горизонтальних і листки дугоподібних гілок комбінованої пальмети в липні містили загального азоту значно більше (0,95 і 2,46 мг%), ніж плагіотропні гілки крон, до яких застосовували лише обрізування.

Конструкції, способи формування та обрізування крон впливали і на вміст у бруньках кільчаток вільних амінокислот (рис. 2). Зокрема ярусна крона відрізнялась від вільноростучої пальмети підвищеним вмістом лізину і наявністю цистеїну, якого в пальметі не виявлено, проте в останньої більше було гістидину й лейцину. Крони, до яких застосовувалось тільки обрізування, відрізнялись досить високим вмістом гліцину (глікоколу). Враховуючи участь гліцину в біосинтезі пуринових основ, вуглеводів, глутатіона та інших амінокислот, можна припустити його активну роль у синтезі білків генеративних бруньок. Комбінована пальмета, на відміну від вільноростучої, характеризувалась пониженим вмістом усіх амінокислот і наявністю цистину, а від сферичної крони – і підвищеною концентрацією гістидину.

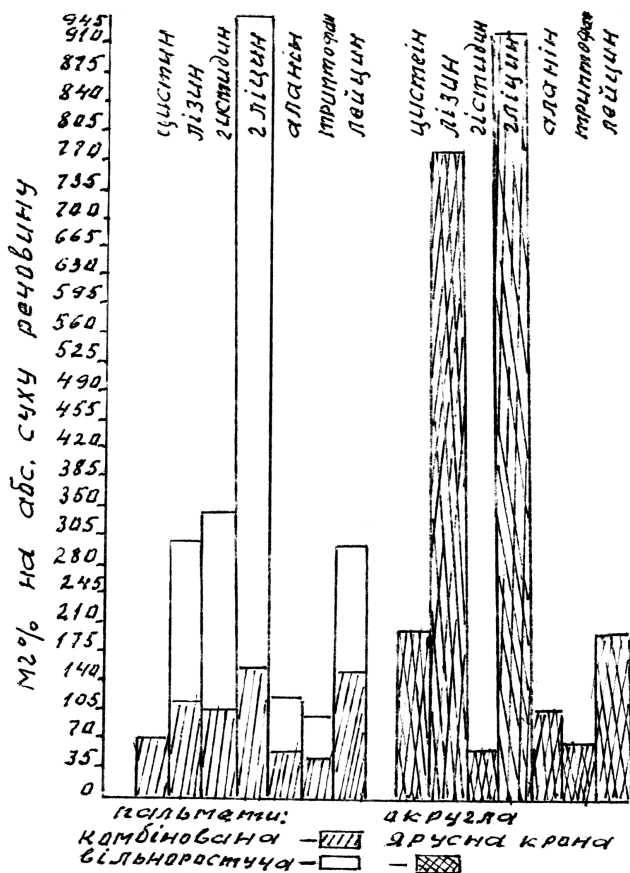


Рис. 2. Вміст вільних амінокислот у бруньках кільчаток різних типів крон 7-річних дерев яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі у фазі закладання генеративних бруньок



Якісний склад білків в органах різних типів крон також неоднаковий, про що свідчать дані вмісту деяких зв'язаних (білкових) амінокислот. У першій половині липня бруньки кільчаток комбінованої пальмети 7-річних дерев Кальвіля снігового містили більше лізину (212,00 мг% проти 135,00 мг% в ярусній кроні), але значно менше аргініну (286,21 мг% проти 427,42 мг% в ярусній кроні і 817,78 мг% у вільноростучій пальметі) та глікоколу – 478,17 мг%, тоді як у ярусній кроні – 929,10 мг%, у вільноростучій пальметі – 958,00 мг%. За вмістом триптофану і лейцину достовірна різниця не простежувалась. Можливо, такий склад і вміст білкових амінокислот у бруньках кільчаток крон, до яких застосовується поєднання обрізування та згинання пагонів і гілок, є оптимальним для закладання генеративних бруньок.

### **Висновки**

1. Формування крон яблуні згинанням пагонів і гілок посилює формоутворення: кількість генеративних утворень і бруньок збільшується в 1,25–1,52 рази.

2. Конструкції крон і садів, способи формування молодих і обрізування плодоносних дерев впливають на активність формоутворювальних процесів, візуально-морфологічним проявом яких є кількісні зміни чисельності, бруньок, листової поверхні, плодоносних та інших стеблових утворень; згинання пагонів і гілок спричинює активізацію формоутворення залежно від біологічних особливостей сортів.

3. У процесах формоутворення значну роль відіграє азотний обмін – переміщення і забезпечення органів і частин дерева азотом, активність синтезу амінокислот і білків; посилення синтезу білка, збільшення вмісту білкового лізину та значне зменшення аргініну і глікоколу – одна з умов закладання генеративних бруньок.

**Подальші дослідження** доцільно також спрямовувати на вивчення процесів метаболізму в різних конструкціях крон і садів з метою відбору кращих з них для промислового виробництва.

### **Література**

- 
1. Драгавцева И.А. Экологические ресурсы продуктивности плодовых пород / И.А. Драгавцева // Садівництво. – К. : Нора–Принт 2000. – Вип. 50. – С. 51–55.
  2. Дрозд О.О. Враховувати систему утримання ґрунту / О.О. Дрозд // Новини садівництва. – 2008. – № 3. – С. 20.
  3. Кондратенко Т.Є. Яблуні в Україні /Т.Є. Кондратенко. – К. : Світ, 2001. – 295 с.

4. *Мельник О.В.* Удобрення яблуні: рекомендації голландського фахівця / *О.В. Мельник, І.О. Мелехова* // Новини садівництва. – 2007. – № 2. – С. 12–14.
5. *Силаєва А.М.* Фізіологічні дослідження в інституті садівництва УААН: історія, сьогодення, погляд у майбутнє / *А.М. Силаєва* // Садівництво. – К. : Нора–Принт, 2000. – Вип. 50. – С. 66–80.
6. *Tartachnyk I.I.* The influence of fertilizez doses on physiological and biochemical proceses in apple frees / *I.I. Tartachnyk, A.M. Sylaeва* // Modern Orchards : Achievements and Tendencies. – Babtai, 1997. – P. 147–155.