

# Агроекологія

УДК 634.1 (477.41/.42)

В.Г. Куян

д. с.-г. н.

Державний агроекологічний університет

## СВІТЛОВИЙ І РАДІАЦІЙНИЙ РЕЖИМ ЯБЛУНІ В ІНТЕНСИВНИХ САДАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

*Досліджено світловий і радіаційний режими яблуні в різні вікові періоди дерев у зв'язку з іншими абіотичними екологічними факторами зони Полісся, встановлена їх залежність від об'єму, форми, конструкції крони, ряду і саду; визначені оптимальні параметри крон.*

### Проблема і завдання досліджень

Реакція сортів яблуні на щільність розміщення і площі живлення дерев, конструкції крон, рядів і садів, способи формування і обрізування та інші технологічні прийоми проявляються в змінах активності ростових та формоутворювальних процесів і в кінцевому результаті – продуктивності насадження. Активність ростових, формоутворювальних процесів і продуктивність саду залежить від світлового і радіаційного режимів, інтенсивності фотосинтезу і дихання. Крони з великими об'ємами вважають недосконалими оптико-фізіологічними системами [3,6], хоч яблуня здатна фотосинтезувати і за освітлення 2,5 тис. лк [9]. У середину великооб'ємних сферичних крон ФАР не проникає взагалі [3] або зменшується у 80–90 разів, а продуктивність фотосинтезу в 3–4 рази порівняно з периферією [8]. До більш досконалих оптико-фізіологічних систем відносять крони до 2–2,5 м заввишки і об'ємом до 5 м<sup>3</sup> [2,6]. Установлена залежність світлового і радіаційного режимів від конструкції, форми крони і ряду, щільності насадження [4,6,7,10,11]. Стабільна продуктивність плодівих культур можлива лише за оптимального використання екологічних факторів певного географічного району [5], у тому числі світлового і радіаційного режимів, на що не зверталась увага. Тому завдання досліджень – вивчення світлового і радіаційного режимів, як одних з основних екологічних факторів оптимізації об'ємів, конструкцій крон і садів високої продуктивності – є досить актуальним.

### Методика

Дослідження проводились в типових умовах Полісся: ґрунти – дерново-середньопідзолисті, супіщані, глеюваті, на морені; вміст гумусу в орному шарі 1,4–1,6%, рН сольове – 4,3–4,6, ґрунтові води на глибині 1,5–1,8 м; середньорічна кількість опадів за роки досліджень коливалась від 477,3 до

905,5 мм, у тому числі за період активної вегетації – понад 70%; відносна вологість повітря становила 67–79%; загальна кількість днів з температурою понад 10<sup>0</sup>С – 158; сонячних днів за період активної вегетації – 16–26, тривалість сонячного саява – 161–274 год; середня температура повітря – 7,5–18,4<sup>0</sup>С; переважаючі вітри – західні, південно- і північно-західні із швидкістю 3–10 м/сек.

**Об'єкти дослідження** – сферичні і площинні крони яблуні різного віку, конструкцій і об'ємів у широкорядних і вузькорядних садах; сорти: Джонатан, Кальвіль сніговий і Ренет Симиренко на насіннєвій і клоновій підщепах.

Інтенсивність освітлення визначали люксметром Ю-16, розподіл енергії сонячної радіації – піранометром М-80 з гальванометром ГСА-1, фотосинтез і дихання – приладами і за методикою Шпота (1968) безпосередньо в саду.

### Результати досліджень

Об'єм сферичних крон яблуні в 4-річних дерев залежно від конструкції і сорту становив 1,8–5,1 м<sup>3</sup>, 7-річних – 7,4–19,8, 10–13-річних і старшого віку – 22,2–29,7 м<sup>3</sup>; у 4-річних пальмет об'єм коливається в межах 1,1–3,5 м<sup>3</sup>, у 6–7-річних – від 2,2 до 13,5 м<sup>3</sup>, у 10–13-річних і старших – від 13,4 до 21,1 м<sup>3</sup>. Після 7–10-річного віку насаджень об'єми крон обмежувались до установленого рівня контурним обрізуванням. Зокрема, висоту дерев із сферичними кронами обмежували до 3–3,5 м, з площинними – до 2,5–3,0 м, діаметр (товщину крони і ряду) – відповідно до 4–5 і 2–2,5 м; приріст за вегетацію в середньому не перевищував 0,5 м. У сферичних кронах 4-річних дерев утворилось 2354–2746 листків площею 4,8–6,2 м<sup>2</sup>, у 7-річних дерев – відповідно 13672–17697 шт., і 26,039,4 м<sup>2</sup>, у 12–14-річних – відповідно 22809–30521 т. і 51,0–87,0 м<sup>2</sup>; у 4-річних насадженнях з плоскими кронами на дереві налічувалось 2497–3250 листків загальною площею 5,2–7,6 м<sup>2</sup>, у 7-річних – відповідно 17466–23815 шт., і 34,3–45,2 м<sup>2</sup>, 13-річних – 29067–38268 шт. і 69,191,4 м<sup>2</sup>. Площа листової поверхні на 1 га у 7-річних насадженнях із сферичними кронами не перевищувала 10956 м<sup>2</sup>, у 12–13-річних – 24300 м<sup>2</sup>, у саду з площинними кронами і щільним розміщенням дерев досягала відповідно 20073 і 41400 м<sup>2</sup>, тобто оптимальної величини для отримання високого врожаю за умови сприятливого світлового режиму і достатнього забезпечення ФАР, активного фотосинтезу та сприятливих інших екологічних факторах.

Інтенсивність освітлення крон 4–7-річних насаджень протягом активної вегетації (травень–вересень) істотно не залежала від їх форм і конструкцій; освітлення центра крон майже не відрізнялось від периферії (табл. 1). Лише в окремі дні освітленість центра крон в ранкові години знижувалась до 4,5–5,6 тис. лк, що є достатнім для нормального процесу фотосинтезу. Коливання температури повітря між периферійними і внутрішніми

частинами крон, як правило, не перевищувало 2–3<sup>0</sup>С, але в деякі дні різниця досягала 6,7–9,7<sup>0</sup>С; відносна вологість повітря також значно не змінювалась. Уже в насадженнях віком 4–6 років спостерігалась помітна різниця в освітленні різних експозицій крон, особливо після 12 години дня; найменше освітлюються північні частини крон. Істотної різниці в освітленні крон об'ємом до 10–15 м<sup>3</sup> у широкорядних і вузькорядних садах не спостерігалось; не виявлено її і в молодих садах на насінній і клоновій (МЗ) підщепах, оскільки останні також мали високу активність ростових процесів.

У 12–13-річних і старшого віку насадженнях, коли крони досягли максимальних розмірів і утримувались в установлених параметрах контурним обрізуванням, спостерігалась значна різниця в освітленні їх периферійних і внутрішніх частин, особливо на висоті 1 м від поверхні ґрунту в зоні першого ярусу гілок. Інтенсивність освітлення північної експозиції периферійних і внутрішніх частин площинних крон Кальвіля снігового була у 2 рази вищою, ніж сферичних крон в широкорядному саду.

Таблиця 1. Світловий режим в кронах 7-річних яблунь сорту Кальвіль сніговий (9 червня, 9<sup>15</sup> – 9<sup>30</sup>)

Форма та об'єм крони, м <sup>3</sup>	Експозиція	Освітленість, тис. лк		Температура градусів С		Відносна вологість повітря, %	
		Частина крони					
		периферія	центр	периферія	центр	периферія	центр
Сферична, 10,4	Пд	39,4	37,0	24,1	24,8	48,0	51,9
	Пн	35,5	29,8	23,8	23,2	51,8	53,4
	С	40,0	33,1	23,9	24,2	47,9	49,0
	З	30,6	30,4	23,0	23,9	49,4	51,0
Площинна, 10,0	Пд	40,8	36,2	25,0	24,1	51,6	51,7
	Пн	36,6	30,5	24,4	23,9	52,0	50,0
	С	41,5	33,6	24,9	23,9	51,6	50,0
	З	32,5	31,2	23,0	23,0	52,0	50,9

У ранкові години надходило в 3–6 разів, у другій половині дня – у 3–10 разів менше світла до внутрішніх частин порівняно з периферією крон. У вересні в другій половині дня освітленість північної і східної експозицій центру крон у широкорядних садах знижувалась до 1,9–2,2 тис. лк, у пальметних – до 4,8–6,4 тис. лк, тоді як до західної експозиції надходило

до 32,0–54,4 тис. лк, а на периферію – 72,0–80,0 тис. лк, що спричинювало депресію фотосинтезу. У насадженні сорту Ренет Симиренка, що має високу пагонопродуктивність, також спостерігалась залежність освітлення від експозиції, форми і конструкції крон і саду (табл. 2). До внутрішніх частин площинних крон (пальмет) у першій половині дня на висоті 1 м надходило більше світла, ніж у широкорядних садах. Однак і в площинних кронах, висота яких досягала 3–3,5 м, товщина – 2,5–3 м освітленість деяких експозицій внутрішніх частин була в 6–12 разів нижчою на висоті 1 м, в 1,1–1,2 разів на висоті 2 м і в 1,1–8 разів на висоті 3 м порівняно з освітленням міжрядь.

Таблиця 2. Інтенсивність освітлення крон 12-річних яблунь сорту Ренет Симиренка (тис. лк) 27 липня,  $10^{53} - 12^{00}$

Місце визначення	Висота, м	Сферична крона				Площинна крона			
		експозиція							
		Пд	Пн	С	З	Пд	Пн	С	З
У ряду периферія	1	19,2	14,4	43,2	14,4	35,2	9,8	44,8	9,6
	2	72,0	25,6	76,8	27,2	72,0	41,6	82,7	25,6
	3	69,8	35,2	73,6	35,2	48,0	16,0	73,6	16,0
У ряду центр	1	8,0	1,6	9,6	2,4	6,4	3,2	3,2	4,8
	2	35,2	6,4	44,8	12,9	16,0	3,2	6,4	6,4
	3	54,4	33,6	49,0	16,0	20,8	6,4	9,6	12,8
Міжряддя	1	67,0	56,0	80,0	43,2	43,6	43,2	73,6	32,0

У літній період при відкритому сонячному диску з 11 до 16 години дня, коли інтенсивність освітлення перевищує 40 тис. лк, і периферійні листки отримують надмірну кількість енергії ФАР, її зменшення в середині крони до певної межі (0,92–1,26 Дж. см<sup>2</sup>/хв.) є позитивним явищем, бо листки тільки цих частин крон продовжують активну асиміляцію [6]. В умовах Полісся в період активної вегетації переважає хмарна погода, і сонячних днів з відкритим сонячним диском у 5–10 разів менше, ніж хмарних; при цьому хмарність часто досягає 8–10 балів за температури 20,9–26<sup>0</sup> С. Тому інтенсивність сумарної сонячної радіації у міжряддях і на периферії крон, не перевищувала 2,68–2,86 Дж. см<sup>2</sup>/хв, а в центрі крон – 0,42–0,67 Дж. см<sup>2</sup>/хв. (табл. 3). Пряма радіація в центрі крон 17-річних дерев відсутня, у 8 і 12-річних крон її всього 0,04–0,21 Дж. см<sup>2</sup>/хв. Інтенсивність фотосинтетично активної радіації (ФАР) у світлових коридорах і на периферії крон досягала 1,39–1,42 Дж. см<sup>2</sup>/хв, а з посиленням хмарності у 8-річних насадженнях з площинними кронами знижувалась до 0,42–0,50 Дж. см<sup>2</sup>/хв. У середину крон широкорядного саду проникало значно менше ФАР, ніж у площинні крони, але і в останніх ці показники не перевищували 0,21–0,42 Дж. см<sup>2</sup>/хв, причому на висоті 1 м від поверхні ґрунту були однаковими у дерев різного віку і об'єму крон.

Інтенсивність освітлення і кількість енергії ФАР, що надходить в різні експозиції периферії і центра крон, значно змінюється протягом дня і вегетації. Так, у ширококорядному саду з 8 до 17 години дня в серпні кількість енергії ФАР на висоті 1 м у світлових коридорах коливалась в межах 0,33–1,79 Дж. см<sup>2</sup>/хв, в центрі крон – від 0,05 до 0,10 Дж. см<sup>2</sup>/хв, у насадженні з плоскими кронами – відповідно 0,64–1,76 і 0,05–0,46 Дж. см<sup>2</sup>/хв.

Зміна форм, конструкцій і об'ємів крон, величин і щільності їх асиміляційної поверхні, освітлення і надходження енергії ФАР, мікроклімат в кроні і насадженні, забезпеченість вологою, елементами живлення та інші фактори значно впливають на інтенсивність процесів синтезу пігментів, фотосинтезу і дихання. Однак інтенсивність фотосинтезу не адекватна освітленості і надходженню енергії ФАР внаслідок адаптації листків внутрішніх частин крони до змінених умов.

У ширококорядних і вузькорядних садах спостерігались значні коливання інтенсивності фотосинтезу і дихання листків пагонів різного орієнтування в кронах, що значною мірою зумовлюється змінами освітлення і енергії ФАР. За оптимальних умов краще асимілювали листки ортотропних пагонів (до 13,06–25,11 мг СО<sub>2</sub> год/дм<sup>2</sup>), при підвищенні температури до 32,1<sup>0</sup> С, освітлення до 57,6 тис. лк і більше вищою інтенсивністю фотосинтезу (до 16,07–23,19 мг СО<sub>2</sub> год/дм<sup>2</sup>) відрізнялись листки плагіотропних пагонів. Листки верхніх і нижніх частин пагонів різного положення у фазі активного росту отримували неоднакову кількість енергії ФАР, характеризувались різною інтенсивністю фотосинтезу і дихання, акропетальними градієнтами їх полярності та – базіпетальними градієнтами ефективності фотосинтезу. Протягом вегетації залежно від форм, об'ємів, конструкцій крон і садів та положення пагонів ефективність фотосинтезу коливалась у межах 1,10–14,91; в окремі дні з відкритим сонячним диском і спекотною погодою спостерігалась депресія фотосинтезу і його ефективність знижувалась до 0,97–1,00. Листкам периферійних і внутрішніх частин крон властива різна інтенсивність фотосинтезу і дихання; листки ортотропних пагонів периферії крон в липні асимілювали понад 11,10 мг СО<sub>2</sub> год/дм<sup>2</sup>, внутрішніх частин – 14,06 мг, а плагіотропних – відповідно 14,04 і 10,30 мг СО<sub>2</sub> год/дм<sup>2</sup>; інтенсивність дихання листків ортотропних пагонів периферії крон становила понад 2,05 мг, плагіотропних – 1,71 мг, в центрі крон – відповідно 2,30 і 1,01 мг СО<sub>2</sub> год/г абсолютно сухої речовини. За таких процесів фотосинтезу і дихання, світлового і радіаційного режимів у періоди плодоношення і росту та плодоношення оголення внутрішніх частин крон об'ємом до 20 м<sup>3</sup> не спостерігалось; урожайність яблуні на насіннєвій і клоновій середньорослій підщепі залежно від сорту, конструкції крони і саду досягала 561,7 – 739,3 ц/га.

Таблиця 3. Радіаційний режим у насадженні яблуні сорту Кальвіль сніговий з різними конструкціями крон 2-10 серпня, 9 – 17<sup>00</sup>

Місце визначення	Висота, м	Температура, °С	Вологість повітря, мб	Швидкість вітру, м/сек	Хмарність, бал	Радіація, Дж. см <sup>2</sup> /хв			
						сумарна	розсіяна	пряма	ФАР
Ширококорядний сад – сферична крона, 17 років									
Міжряддя – периферія крони	1	25,0	16,1	1,1	2-8	1,94	0,76	1,18	0,88
	2	24,6	14,3	4,5	2-8	2,66	1,22	1,46	1,39
Центр крони	1	22,9	15,9	0,49	2-8	0,14	0,14	0	0,09
	2	24,0	14,5	1,1	2-8	0,21	0,21	0	0,12
Вузькокорядний сад – площинна крона, 17 років									
Міжряддя – периферія крони	1	25,4	17,0	0,38	2-8	1,81	1,05	0,76	0,92
	2	26,0	16,4	0,49	2-8	2,86	1,55	1,31	1,41
Центр крони	1	25,6	16,0	0,38	2-8	0,34	0,34	0	0,21
	2	26,2	16,8	0,43	2-8	0,37	0,37	0	0,21
Вузькокорядний сад – площинна крона, 12 років									
Міжряддя – периферія крони	1	20,9	20,7	0,91	4-8	1,93	0,84	1,07	0,85
	2	21,1	19,6	2,7	4-8	2,49	1,26	1,23	1,22
Центр крони	1	22,4	20,8	0,32	4-8	0,29	0,24	0,04	0,17
	2	22,5	20,2	0,61	4-8	0,42	0,28	0,14	0,21
Вузькокорядний сад – площинна крона, 8 років									
Міжряддя – периферія крони	1	20,9	19,6	0,9	5-10	0,96	0,76	0,20	0,50
	2	20,9	19,1	2,3	5-10	0,76	0,54	0,22	0,42
Центр крони	1	21,0	18,9	0,61	5-10	0,42	0,33	0,09	0,21
	2	21,5	18,5	0,82	5-10	0,67	0,46	0,21	0,42

### Висновки

1. В умовах Полісся, де протягом активної вегетації переважає погода з хмарністю 2–10 балів, світловий і радіаційний режим периферії крон істотно не залежить від конструкції саду яблуні – сумарна радіація не перевищує 2,68–2,86 Дж. см<sup>2</sup>/хв, надходження енергії ФАР – 1,39–1,41 Дж. см<sup>2</sup>/хв.
2. Забезпеченість енергією ФАР внутрішніх частин крон залежить від їх форми, об'єму, конструкції, пагонопродуктивності сорту, конструкції ряду і саду; у широкорядних ущільнених садах з об'ємом крон до 30 м<sup>3</sup> надходить в 1,8–2,3 рази менше енергії ФАР, ніж у площині крони вузькорядних садів з об'ємом до 15–20 м<sup>3</sup>; кількість енергії ФАР, що проникає в нижні внутрішні частини крон не перевищує 0,17–0,21 Дж. см<sup>2</sup>/хв.
3. Активність фотосинтезу і дихання листків внутрішніх частин крон не адекватна інтенсивності освітлення і надходженню енергії ФАР внаслідок їх адаптації до змінених умов.
4. В умовах Полісся України цілком задовільними оптико-фізіологічними системами яблуні на насінневих і клонових середньорослих підщепах, що забезпечують високу продуктивність, є насадження вузькорядні, з об'ємом крон до 15–20 м<sup>3</sup>, висотою до 2,5–3 м і діаметром (товщиною ряду) – до 2–2,5 м.

### Перспективи подальших досліджень

Необхідне глибоке зональне визначення радіаційного режиму і фотосинтезу з метою оптимізації об'ємів, форм, конструкцій крон і садів.

### Література

1. Біличенко Г.П. Радіаційний режим крони молодих дерев яблуні // Садівництво. – Респ. міжвід. тем. зб. – К., 1969. – Вип. 11. – С. 64–68.
2. Биличенко Г.П., Шеремет И. А., Гейса Н.И., Кузьменко М.С. // VII съезд Украинского бот. общества. – Тезисы докл. – К.: Наукова думка, 1982. – С. 416–417.
3. Гриненко В.В. О возможностях повышения фотосинтетического потенциала плодовых насаждений // Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. – М.: Колос, 1970. – С. 263–272.
4. Девятков А.С. Световой режим яблони пальметтной формировки // Садоводство. – 1976.–№5.

5. Драгавцева И.А. Экологические ресурсы продуктивности плодовых пород // Садівництво. – Міжвід. тем. зб. – К., 2000. – Вип..50. – С. 51–55.
  6. Иванов П.П. Структура кроны и ряда в яблоневых садах высокой урожайности // Обрезка плодовых деревьев. – Сб. стат. – М., 1972. – С. 59–80.
  7. Кудрявцев Р.П., Хромченко В.В. Световой режим, сорт и форма кроны // Садоводство. – 1971. – №2. – С. 16.
  8. Лукьянов В.М. Солнечная радиация и крона яблони // Садоводство. – 1969. – №1. – С. 19.
  9. Ромашко Я.Д. Как улучшить фотосинтез // Садоводство. – 1969. – №4. – С. 19.
  10. Рудь Г.Я., Танасьев В.К., Балан В.В. Световой режим молодых деревьев яблони при пальметтной формировке // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1977. – №1. – С. 12–15.
  11. Танисьев В.К., Чимпоеш Г.П. Световой режим и использование энергии солнечной радиации насаждениями яблони в зависимости от подвоя и площади питания // Вопросы интенсификации пловодства. – Межвуз. сб. – Кишинев, 1978. – С. 59– 63.
-