

УДК: 634.11:631.17(477.4)

DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-105-109



О. В. Мельник,
доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри плодівництва і виноградарства,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна
E-mail: ovm.novsad@ukr.net



М. М. Терещенко,
аспірант кафедри плодівництва і виноградарства,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна
E-mail: makar_tereshchenko@ukr.net



О. С. Шарапанюк,
кандидат сільськогосподарських наук, викладач кафедри плодівництва і
виноградарства,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна
E-mail: olga.sharapaniuk@gmail.com

МІКРОКЛІМАТ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ ПІД ПРОТИГРАДОВОЮ СІТКОЮ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УТРИМАННЯ ҐРУНТУ

У статті висвітлено результати досліджень температури і вологості повітря та вологості ґрунту під протиградовою сіткою в насадженнях яблуні сорту Джонаголд Вілмута на підщепі М.9 Т337 за різних систем утримання ґрунту в міжряддях і пристовбурних смугах.

Під чорною протиградовою сіткою на 0,5 °С нижча температура повітря і на 1,9 % вища відносна вологість. Порівняно з накритими, вологість ґрунту в насадженні без сітки вища на 0,8 %, зокрема за утримання міжрядь під чистим паром. У замульчованих світловідбивною плівкою чи агротканиною пристовбурних смугах вологість ґрунту на 2,2-2,8 % перевищує показник ділянок з гербіцидним паром.

Ключові слова: яблуня, протиградова сітка, утримання ґрунту, температура повітря, відносна вологість повітря, вологість ґрунту.

O. V. Melnyk,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Department Fruit

Growing and Viticulture, Uman National University of Horticulture, Uman National University of Horticulture, Ukraine

M. M. Tereshchenko,

PP "Agrotrade groups" Agronomist

O. S. Sharapaniuk

PhD of Agricultural Sciences, Uman National University of Horticulture, Ukraine

MICROCLIMATE IN THE APPLE TREE ORCHARDS UNDER A HAIL-PROTECTIVE NET AT DIFFERENT SOIL MANAGEMENT SYSTEMS

The article highlights the effect of the black anti-hail net on the microclimate of intensive apple orchards, cv. Jonagold (Wilmuta), on dwarf rootstock M.9 T337. The soil management system in the inter-rows was the following: a grass mowed stripe and black fallow in the inter-rows, spring mulching with a two-layer agro-cloth of 30 + 50 g / m² density (a white side up) and a light-reflective film in the tree-strips one meter wide spread one month before harvesting. After flowering, a black anti-hail net with 0.3 x 0.3 cm cells and a density of 0.08 kg / m² was deployed above the tree crowns at a height of 3.4 m. Air temperature and relative humidity were determined with a hygrothermometer, and soil moisture was determined by a thermostatic-weight method.

It has been found out that an air temperature in the orchard under the black anti-hail net is 0.5 °C lower without a significant influence of the method of inter-row soil management system. In most cases, the air relative humidity under the net exceeds the rate of the plots without cover, with a maximum difference of 6.4 % for the areas with black fallow in the inter-rows. As compared to the areas without cover, the average air humidity under the net is 1.9% higher and it is 1.2% higher in the areas with black fallow in the inter-rows.

The lowest level of soil moisture (9.2%) was recorded in the layer of 0-20 cm in the plots without net with grass mowed inter-rows and herbicide fallow in the tree rows. The soil humidity of the deeper layers is 0.2-3.9% higher in the areas with black fallow in the inter-rows and a light-reflecting film or agro-cloth in the tree-strips (with or without an anti-hail net). In general, soil moisture in the orchard without the net is 0.8% higher than that of the covered areas, it is 0.7% higher in the areas with black fallow in the inter-rows and 2.2-2.8% higher in the around-trunk strips with a light-reflective film or agro-cloth.

Keywords: apple-tree, anti-hail net, soil management, air temperature, relative humidity, soil moisture.

Постановка проблеми. Для захисту від пошкоджень градом, сонячними опіками, комахами чи птахами плодові насадження накривають сіткою [1, 2]. У такий спосіб, зазвичай, уникають градобою, що спричиняє значні втрати врожаю і шкодить плодовим рослинам.

Забезпечуючи ефективний протиградовий захист, сітка певною мірою змінює мікроклімат саду – менша швидкість вітру і рівень сонячної радіації, наслідком чого стає зміна температури та вологості повітря і ґрунту [3], що впливає на врожайність насаджень та якість плодів [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За рахунок ослаблення сонячної радіації температура під накриттям дещо знижується, зростаючи з погіршенням циркуляції повітря. У насадженнях без накриття температура на 4–6 °С вища [4], а за іншими даними [3] на 3 °С вища в накритих сіткою садах, або подібна різниця відсутня [2].

Залежно від сонячної радіації, температури, швидкості вітру й опадів, протиградова сітка певним чином впливає на вологість повітря [2, 5]: під чорною сіткою вологість на 2-6 % вища [6], а під білою і червоно-чорною відповідно на 2-5 % [7] і 6-10 % нижча [8]. В накритих сіткою садах вологи в ґрунті на глибині 0-30 см на 20 % більше, у глибших горизонтах істотна різниця відсутня [9], а за іншими даними [10] подібного впливу не виявлено.

У літературі чимало публікацій щодо мікроклімату накритих протиградовою сіткою плодових насаджень, однак суперечливий характер результатів спонукає до подальших розробок у цьому напрямку.

Мета дослідження – оцінка мікроклімату інтенсивних насаджень яблуні під чорною протиградовою сіткою за різних способів утримання міжрядь і пристовбурних смуг.

Методика дослідження. Дослідження проводили у

2013 р. в зрощуваному плодоносному насадженні яблуні сорту Джонаголд Вілмута з веретеноподібною кроною, закладеному у 1995 р. зі схемою 4x1 м в навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва (підщепа М.9 Т337). Утримання ґрунту – чорнозему опідзоленого важкосуглинкового зі вмістом 3,2% гумусу – в міжряддях під чистим паром і залуженням (дерново-перегнійна система), в пристовбурних смугах метрової ширини – гербіцидний пар, мульчування двошаровою агротканиною Agrojutex щільністю 30+50 г/м² (білим боком вверх) чи розстеленою за місяць до збору врожаю дзеркальною світловідбивною плівкою Lenko ML 140 FL щільністю 140 г/м² (до цього пристовбурну смугу утримували під гербіцидним паром). Краплинний полив здійснювали зі зниженням вологості у кореневмісному шарі ґрунту до рівня 80 % НВ з витратою води 35 л/дерево і розрахунковим шаром зволоження 0-40 см. Чорну протиградову сітку щільністю 0,08 кг/м² з комірками 0,3 x 0,3 см розгортали на висоті 3,4 м після цвітіння дерев.

Дослід закладено в триразовому повторенні з п'ятьма обліковими деревами на ділянці. Планування, ведення дослідів й обробка результатів загальноприйняті [11]. Догляд за насадженнями здійснювали згідно зональних рекомендацій.

Температуру і відносну вологість повітря визначали гігротермометром НТ-390 (ЕЗО, Тайвань) з точністю відповідно ±0,3°С і ±2,5 %, розташовуючи прилад у центрі міжряддя кожного варіанту. Виміри на висоті 0,5, 1,0, 1,5 і 2,0 м проводили в сонячні дні 16, 20 та 25 серпня за швидкості вітру до 3 м/с і середньодобової температури повітря відповідно 18,9, 21,1 та 17,4 °С. Покази з двогодинним інтервалом фіксували упродовж трьох днів з сьомої до дев'ятнадцятої години, розраховуючи середні значення за датами для кожної години і висоти [3].

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом за ДСТУ CEN ISO/TS 17892-1, відбираючи

Таблиця 1.

Температура повітря в насадженнях яблуні сорту Джонаголд з протиградовою сіткою залежно від утримання в міжрядь*, °С

Протиградова сітка	Утримання міжрядь	Час доби							
		7	9	11	13	15	17	19	Середні
Без сітки	Чистий пар	13,9	23,9	33,2	36,2	31,9	29,6	24,2	27,6
	Залуження	15,7	24,2	30,1	34,0	32,4	30,3	26,0	27,5
Сітка	Чистий пар	13,6	24,3	30,8	32,3	32,4	30,3	24,0	26,8
	Залуження	14,6	23,9	30,5	33,6	31,8	31,0	24,9	27,2
НІР ₀₅		0,5	0,5	1,5	0,7	1,2	0,9	0,4	0,2

Примітка. * Усереднено для вимірювань 16.08, 20.08 і 25.08.2013 р.

Таблиця 2.

Температура повітря в насадженнях яблуні сорту Джонаголд залежно від досліджуваних чинників (результати дисперсійного аналізу), °С

Час доби	Протиградова сітка			Утримання міжрядь		
	без сітки	сітка	НІР ₀₅	чистий пар	залуження	НІР ₀₅
7	14,8	14,1	0,5	13,8	15,1	0,5
9	24,0	24,1	0,5	24,1	24,0	0,5
11	31,6	30,6	1,5	32,0	30,3	1,5
13	35,1	33,0	0,7	34,3	33,8	0,7
15	32,2	32,0	1,2	32,1	32,1	1,2
17	30,0	30,7	0,9	30,0	30,7	0,9
19	25,1	24,5	0,4	24,1	25,5	0,4
Середні	27,5	27,0	0,2	27,4	27,2	0,2

проби 16, 20 і 25 серпня з 8 по 11 годину у шарі 0-20, 20-40 та 40-60 см в міжряддях і пристовбурних смугах. Статистичний аналіз результатів виконували за програмою Statistica 10, обраховуючи усереднені за

роками дані багатофакторним дисперсійним аналізом з використанням найменшої істотної різниці для всього досліджу.

Основні результати дослідження. Встановлено

Таблиця 3.

Відносна вологість повітря в насадженнях яблуні сорту Джонаголд залежно від утримання міжрядь*, %

Протиградова сітка	Утримання міжрядь	Час доби						
		7	9	11	13	15	17	19
Без сітки	Чистий пар	74,2	49,3	32,8	26,7	28,7	31,4	41,6
	Залуження	65,9	49,2	34,7	27,8	28,3	31,7	44,0
Сітка	Чистий пар	74,2	52,8	35,7	29,5	29,2	32,2	19,0
	Залуження	71,0	50,2	33,7	28,7	28,7	30,9	46,2
НІР ₀₅		1,8	2,2	2,7	2,0	1,6	1,2	10,7

Примітка. * Усереднено для вимірювань 16.08, 20.08 і 25.08.2013 р.

Таблиця 4.

Відносна вологість повітря в насадженнях яблуні сорту Джонаголд залежно від досліджуваних чинників (результати дисперсійного аналізу), %

Час доби	Протиградова сітка			Утримання міжрядь		
	без сітки	сітка	НІР ₀₅	чистий пар	залуження	НІР ₀₅
7	70,0	72,6	1,8	74,2	68,5	1,8
9	49,2	51,5	2,2	51,1	49,7	2,2
11	33,8	34,7	2,7	34,3	34,2	2,7
13	27,2	29,1	2,0	28,1	28,2	2,0
15	28,5	29,0	1,4	29,0	28,5	1,4
17	31,6	31,6	1,2	31,8	31,3	1,2
19	42,8	47,6	10,7	45,3	45,1	10,7
Середні	40,4	42,3	1,0	42,0	40,8	1,0

Таблиця 5.

Вологість ґрунту в насадженнях яблуні сорту Джонаголд з протиградовою сіткою залежно від утримання ґрунту в міжряддях і пристовбурних смугах, % маси абсолютно сухого ґрунту

Протиградова сітка	Спосіб утримання		Шар ґрунту, см			Середні
	міжряддя	пристовбурні смуги	0-20	20-40	40-60	
Без сітки	Чистий пар	Гербіцидний пар (контроль)	12,5	14,9	15,0	14,1
		Світловідбивна плівка	15,3	16,1	16,2	15,9
	Залуження	Агротканина	16,4	16,4	17,4	16,7
		Гербіцидний пар	9,2	10,2	10,9	10,1
		Світловідбивна плівка	17,7	18,3	19,2	18,4
	Сітка	Чистий пар	Агротканина	16,5	17,6	17,9
Гербіцидний пар			12,9	15,5	19,4	15,9
Світловідбивна плівка			13,0	13,8	15,2	14,0
Залуження		Агротканина	15,0	15,5	17,3	15,9
		Гербіцидний пар	12,8	13,7	13,9	13,5
		Світловідбивна плівка	13,5	14,3	14,9	14,2
Агротканина		12,7	14,8	15,6	14,4	
НІР ₀₅		2,1	1,8	2,3	1,7	

Примітки: БС – без сітки, С – накриття сіткою; ЧП – чистий пар, З – залуження; ГП – гербіцидний пар, СП – світловідбивна плівка, А – агротканина.

Вологість ґрунту в насадженнях яблуні сорту Джонаголд залежно від досліджуваних чинників (результати дисперсійного аналізу), %

Шар ґрунту, см	Протиградова сітка			Утримання міжрядь			Утримання пристовбурних смуг			
	БС	С	НІР ₀₅	ЧП	З	НІР ₀₅	ГП	СП	А	НІР ₀₅
0-20	14,8	13,3	0,4	14,2	13,9	$F_{\phi} < F_{05}$	11,9	14,9	15,4	0,5
20-40	15,6	14,6	0,7	15,4	14,8	$F_{\phi} < F_{05}$	13,6	15,6	16,1	0,8
40-60	16,1	16,0	$F_{\phi} < F_{05}$	16,7	15,5	0,9	14,8	16,4	17,1	1,1
Середні	15,5	14,7	0,5	15,4	14,7	0,4	13,4	15,6	16,2	0,4

Примітки: БС – без сітки, С – накриття сіткою; ЧП – чистий пар, З – залуження; ГП – гербіцидний пар, СП – світловідбивна плівка, А – агротканина.

неоднаковий вплив досліджуваних чинників, зокрема накриття насаджень протиградовою сіткою і системи утримання ґрунту в міжряддях, на температуру повітря (табл. 1). Протягом досліджень температурні показники змінювалися в досить широких межах з мінімальним значенням вранці, максимумом опівдні і подальшим поступовим зниженням.

Опівдні найнижча температура повітря 32,3 °С на ділянках під сіткою з чистим паром у міжряддях на 3,9 °С нижче показника насаджень без сітки за аналогічним утриманням міжрядь і на 1,3–1,7 °С – від ділянок із залуженням. За чистого пару в міжряддях температура під сіткою нижча в середньому на 0,8 °С і на 0,3 °С – на ділянках із залуженням.

У середньому температура повітря на 0,5 °С нижча в накритому протиградовою сіткою насажденні (табл. 2), що узгоджується з результатами досліджень L. Kalcits et al. [9], і на 0,2 °С нижча на ділянках із залуженням міжрядь.

Відносна вологість повітря змінювалася в широких межах, в більшості випадків перевищуючи під сіткою показник відповідних насаджень без накриття з максимальною різницею 6,4 % для ділянок з чистим паром у міжряддях (табл. 3).

Багатофакторним дисперсійним аналізом виявлено суттєву залежність відносної вологості повітря від досліджуваних чинників (табл. 4). Порівняно з ділянками без накриття, пересічна вологість повітря під сіткою вища на 1,9 % і на 1,2 % вища за чистого пару в міжряддях. Дані Lakatos L. et al. [12] також свідчать про вищу на 7-8 % вологість повітря у накритих сіткою плодів насаджень.

Залежно від накриття дерев протиградовою сіткою і способу утримання міжрядь та пристовбурних смуг, вологість ґрунту коливалася в досить широких межах (табл. 5). Найнижчий рівень 9,2 % зафіксовано в шарі 0-20 см на ділянці без сітки із залуженими міжряддями і гербіцидним паром у пристовбурних смугах, що за обох способів утримання міжрядь та третину менше показника під сіткою та в 1,8-1,9 рази менше для насаджень без сітки зі світловідбивною плівкою й агротканиною у пристовбурних смугах.

Пересічно по досліді, вологість шару ґрунту 20-40 см на 0,6-2,6 % вища, з тенденцією до нижчого показника на ділянках без сітки із залуженням міжрядь і гербіцидним паром у пристовбурних смугах. Вологість глибших шарів ґрунту вища на 0,2-3,9 %, перевищуючи в більшості випадків показник ділянок з чистим паром у міжряддях і світловідбивною плівкою чи агротканиною у пристовбурних смугах (з протиградовою сіткою чи без неї).

Література

- Mupambi G., Anthony B. M., Layne D. R., Musacchi S., Serra S., Schmidt T., Kalcits L. A. The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review // Scientia Horticulturae. 2018. Vol. 236. P. 60–72. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.014>
- Bosco L. C., Bergamaschi H., Cardoso L. S., Paula V. A. D., Marodin G. A. B., Brauner P. C. Microclimate alterations caused by agricultural hail net coverage and effects on apple tree yield in subtropical climate of Southern Brazil // Bragantia. 2018. Vol. 77(1). P. 181–192. <https://doi.org/10.1590/1678->

У загальному, за результатами багатофакторного дисперсійного аналізу, вологість ґрунту в основному суттєво залежала від досліджуваних чинників (табл. 6). У середньому, вологість ґрунту в насадженнях без сітки на 0,8 % вище показника ділянок з накриттям, на 0,7 % вища на ділянках з чистим паром у міжряддях і на 2,2-2,8 % – в пристовбурних смугах зі світловідбивною плівкою чи агротканиною.

Вологість шару 0-20 см у насажденні без сітки на 1,5 % перевищує показник накритих ділянок, на 3,0-3,5 % вища за утримання пристовбурних смуг під світловідбивною плівкою чи агротканиною (порівняно з гербіцидним паром), істотно не змінюючись від способу утримання міжрядь. За відсутності сітки вологість шару 20-40 см на 1 % перевищує показник накритих сіткою ділянок і на 2,0-2,5 % вища в пристовбурних смугах зі світловідбивною плівкою чи агроволокном, порівняно з гербіцидним паром, тоді як різниця між способами утримання міжрядь несуттєва. Отримані результати вищої вологості ґрунту в пристовбурних смугах під світловідбивною плівкою чи агроволокном пояснюються зменшенням поверхневого випаровування [13].

На глибині 40-60 см вологість ділянок із залуженими міжряддями на 1,2 % нижча, а за мульчування пристовбурних смуг світловідбивною плівкою чи агротканиною на 1,6-2,3 % перевищує показник ділянок з гербіцидним паром, без суттєвого впливу сітки (табл. 6). Зміна вологості ґрунту суттєво залежала від наявності протиградової сітки лише на глибині 0-20 см (вплив чинника 9,1 %), визначаючись переважно утриманням пристовбурних смуг (дія чинника 42,6 %). У шарі 20-40 см вплив сітки знизився до 5,1 % і до 25,2 % – способу утримання пристовбурних смуг, а в шарі 40-60 см вологість ґрунту залежала переважно від утримання пристовбурних смуг (дія чинника 22,9 %).

Висновки. У Центральній частині Правобережного Лісостепу України температура повітря в зрошуваних насадженнях яблуні сорту Джонаголд (Вілмута) на підщепі М.9 Т337 суттєво залежить від накриття чорною протиградовою сіткою (в накритих насадженнях на 0,5 °С нижча). У насадженнях під сіткою відносна вологість повітря вища на 1,9 % і на 1,2 % вища за утримання міжрядь під чистим паром.

Вологість ґрунту в насадженнях без сітки на 0,8 % вища, порівняно з тими, що під сіткою, вища на 0,7 % в міжряддях з чистим паром, порівняно із залуженням, і на 2,2-2,8 % вища у пристовбурних смугах зі світловідбивною плівкою чи агротканиною, порівняно з гербіцидним паром. Подяка австрійській фірмі «Frustar» за надання протиградової сітки і комплектуючих матеріалів.

4499.2016459

3. Iglesias I., Alegre S. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples // J. Appl. Hortic. 2006. Vol. 8. P. 91–100. <https://doi.org/10.37855/jah.2006.v08i02.22>

4. Middleton S., McWaters A. Hail netting of apple orchards – Australian experience // Compact Fruit Tree. 2002. Vol. 35. P. 51–55.

5. Wachsmann Y., Zur N., Shahak Y., Ratner K., Giler Y., Schlizerman L., Sadka A., Cohen S., Garbinshikov V., Giladi B. Photosensitive anti-hail netting for improved Citrus productivity and quality // Acta Hort. 2014. Vol. 1015.

P. 169-176. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1015.19>

6. Bogo A., Casa R. T., Rufato L., Gonçalves M. J. The effect of hail protection nets on Glomerella leaf spot in 'Royal Gala' apple // *Crop Protection*. 2012. Vol. 31(1). P. 40-44. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.08.024>

7. Solomakhin A., Blanke M. The microclimate under coloured hailnets affects leaf and fruit temperature, leaf anatomy, vegetative and reproductive growth as well as fruit colouration in apple // *Ann. Appl. Biol.* 2010. Vol. 156. P. 121-136. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7348.2009.00372.x>

8. Hunsche M., Blanke M.M., Noga G. Does the microclimate under hail nets influence micromorphological characteristics of apple leaves and cuticles? // *J. Plant Physiol.* 2010. Vol. 167. P. 974-980. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2010.02.007>

9. Kalcsits L., Asteggiano L., Schmidt T., Musacchi S., Serra S., Layne D. R., Mupambi G. Shade netting reduces sunburn damage and soil moisture depletion in 'Granny Smith' apples. // *Physiology in Orchard Systems*. 2016. Vol. 1228. P. 85-90. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1228.11>

10. Bai G., Du S., Li M., Geng G., Yan Y. Influence of anti-hail net on the habitat and growth of apple // *Transactions Chinese Society Agricultural Engineering*. 2010. Vol. 26(3). P. 255-261. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2010.03.043>

11. Учеты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями: методические рекомендации / Под. ред. Г.К. Карпенчука и А.В. Мельника. Умань: Уманский с.-х. институт, 1987. 115 с.

12. Lakatos L., Gonda I., Soltész M., Szabó Z., Szél J., Nyéki J. Effects of excessive weather on the micro-climate of apple plantations under the hail protection nets // *International Journal of Horticultural Science*. 2011. Vol. 17(4-5). P. 81-85. <https://doi.org/10.31421/IJHS/17/4-5/975>

13. Privé J. P., Russell L., Leblanc A. Use of Extenday reflective groundcover in production of 'Gala' apples (*Malus domestica*) in New Brunswick, Canada: 1. Impact on canopy microclimate and leaf gas exchange. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2008. Vol. 36(4). P. 221-231. <https://doi.org/10.1080/01140670809510238>

Reference

1. Mupambi G., Anthony B. M. et al. (2018). The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review. *Scientia Horticulturae*, 2018, Vol. 236, pp. 60-72. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.014>

2. Bosco L. C., Bergamaschi, H., Cardoso, L. S. et al. (2018). Microclimate alterations caused by agricultural hail net coverage and effects on apple tree yield in subtropical climate of Southern Brazil. *Bragantia*, Vol. 77(1), 2018, pp. 181-192. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2016459>

3. Iglesias, I., Alegre, S. (2006). The effect of anti-hail nets on fruit

protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. *J. Appl. Hortic*, 2006, Vol. 8, pp. 91-100. <https://doi.org/10.37855/jah.2006.v08i02.22>

4. Middleton, S., McWaters, A. (2002). Hail netting of apple orchards - Australian experience. *Compact Fruit Tree*, 2002, Vol. 35, pp. 51-55.

5. Wachsmann, Y., Zur, N., Shahak, Y. et al. (2014). Edited by: Sadka A. Photosensitive anti-hail netting for improved Citrus productivity and quality. *Acta Hortic*, 2014, Vol. 1015, pp. 169-176. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1015.19>

6. Bogo, A., Casa, R. T., Rufato, L. et al. (2014). The effect of hail protection nets on Glomerella leaf spot in 'royal Gala'apple. *Crop Protection*, 2012, Vol. 31(1), pp. 40-44. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.08.024>

7. Solomakhin, A., Blanke, M. (2010). The microclimate under coloured hailnets affects leaf and fruit temperature, leaf anatomy, vegetative and reproductive growth as well as fruit colouration in apple. *Ann. Appl. Biol*, 2010, Vol. 156, pp. 121-136. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7348.2009.00372.x>

8. Hunsche, M., Blanke, M.M., Noga, G. (2010) Does the microclimate under hail nets influence micromorphological characteristics of apple leaves and cuticles? *J. Plant Physiol*, 2010, Vol. 167, pp. 974-980. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2010.02.007>

9. Kalcsits, L., Asteggiano, L., Schmidt, T. et al. (2016). Shade netting reduces sunburn damage and soil moisture depletion in 'Granny Smith' apples. In XI International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental. *Physiology in Orchard Systems*, 2016, Vol. 1228, pp. 85-90. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1228.11>

10. Bai, G., Du, S., Li, M. et al. (2010). Influence of anti-hail net on the habitat and growth of apple. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2010, Vol. 26(3), pp. 255-261. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2010.03.043>

11. Карпенчук Г.К., Мельник А.В. Records, observations, analyses, data processing in the experiments with fruit and berry plants: Methodological recommendations. Uman, 1987. P.12-13.

12. Lakatos, L., Gonda, I., Soltész, M. et al. (2011). Effects of excessive weather on the micro-climate of apple plantations under the hail protection nets. *International Journal of Horticultural Science*, 2011, Vol. 17(4-5), pp. 81-85. <https://doi.org/10.31421/IJHS/17/4-5/975>

13. Privé J. P., Russell L., Leblanc A. Use of Extenday reflective groundcover in production of 'Gala' apples (*Malus domestica*) in New Brunswick, Canada: 1. Impact on canopy microclimate and leaf gas exchange. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 2008, Vol. 36(4), pp. 221-231. <https://doi.org/10.1080/01140670809510238>