

**ВПЛИВ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА  
ФОТОСИНТЕТИЧНУ АКТИВНІСТЬ РОСЛИН ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

**І. І. КОРОВКО**, аспірант\*

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*

*E-mail: Innakorovko1990@gmail.com*

**Анотація.** У статті приведені результати досліджень впливу окремих елементів технології вирощування цукрових буряків на фотосинтетичну активність рослин, а саме застосування гербіциду і мікродобрив. З літературних джерел і за власними дослідженнями встановлено, що гербіциди чинять невелику стресову дію на рослини цукрових буряків, особливо на фотосинтетичну діяльність. Ефективним засобом боротьби з таким стресом виявилось застосування мікродобрив в якості позакореневого підживлення, що підтверджується результатами обліку площі листкової поверхні, визначення чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ), фотосинтетичного потенціалу (ФП) та флуоресценції хлорофілу листя. Так, у фазу змикання міжрядь у гібрида 'Імпакт' найвищий показник площі листкової поверхні отримали на фоні Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га – 4009 см<sup>2</sup>, що на 17 % перевищує значення варіанту без обробки жодним з препаратів (3416 см<sup>2</sup>), а найнижчий (3310 см<sup>2</sup>) у варіанті із застосуванням Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1,4 л/га. ЧПФ була найвищою по досліді у гібрида 'Булава' на фоні застосування мікродобрива Альфа-Гроу-Екстра і склала 6,59 г/м<sup>2</sup>/доб, перевищивши контроль на 4 %.

Також було доведено чутливість індукції флуоресценції хлорофілу до хімічного стресу рослин цукрових буряків, завданім гербіцидом. При застосуванні найбільшої дози Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1,4 л/га, особливо у фазу змикання листків в міжряддях початкова флуоресценція (F<sub>0</sub>) була зависока, на рівні 3242 від.од. у гібрида 'Імпакт' і в межах 2245 від.од. у Булави, що свідчить про неефективне використання сонячної енергії листям рослин цукрових буряків. Мікродобривом вдалося зняти даний стрес і знизити показник F<sub>0</sub> до рівня близько 180 від. од. для гібрида 'Імпакт' у варіанті із застосуванням Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га і близько 114 від. од. для гібриду 'Булава' у варіанті Мікро-Мінераліс+ Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га.

**Ключові слова:** цукрові буряки, хімічний стрес, гербіцид, комплексні мікродобрива, фотосинтетична активність

---

\*Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник О. І. Присяжнюк

**Актуальність.** Цукрові буряки – досить вибаглива до умов вирощування сільськогосподарська культура. Окрім ґрунтово-кліматичних умов, що чинять значний вплив на продуктивність рослин, у сучасній технології вирощування рослин наявні елементи, що не однозначно впливають на ростові процеси культури. Застосування гербіцидів для захисту посівів від бур'янів має також і недоліки. Сучасна індустрія хімічних засобів захисту рослин від бур'янів пропонує до використання безліч гербіцидів, причому в багатьох випадках залишається нез'ясованим вплив діючих речовин цих препаратів на процеси фотосинтезу культурних рослин. Існує ризик виникнення хімічного стресу, який є не бажаним для рослин цукрових буряків. Даний стрес може проявлятися у затримці росту і розвитку культурних рослин, зниження ефективності фотосинтезу.[1, 2]

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження впливу гербіцидів на культурні рослини є досить актуальною проблематикою серед багатьох науковців [3]. Американські вчені встановили, що вплив гербіцидів на урожайність сільськогосподарських культур становить – 15-20 % [4]. За даними вітчизняних спеціалістів [5] деякі гербіциди та їх композиції чинять негативну дію на цукрові буряки. Можливе порушення протікання процесів мейозу і гаметогенезу, проходження ембріогенезу насінників цукрових буряків, що призводило до втрати життєздатності насіння, та морфологічних змін [6, 7]. Отже, як бачимо, дослідження впливу гербіцидів на ріст і розвиток рослин цукрових буряків залишається актуальною проблематикою до тепер [8].

**Мета дослідження** – виявлення впливу гербіцидів на цукрові буряки з метою більш раціонального їх використання в період інтенсивного росту та розвитку. А також дослідити прояв антистресової дії комплексних мікродобрив в хелатній формі на рослини цукрових буряків.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводились упродовж 2014 – 2016 рр. на дослідній ділянці ІБКіЦБ, с Ксаверівка. Досліди закладали у 4-х повторностях. Площа посівної ділянки – 50 м<sup>2</sup>, облікової – 35 м<sup>2</sup>. Дослід трьох факторний: фактор А – гібриди ('Імпакт', 'Булава'), фактор Б – дози гербіциду

(Бетанал Прогрес ОФ – 1 л/га, 1,2 л/га, 1,4 л/га), фактор В – мікродобрива (Мікро-Мінераліс (Буряки), Альфа-Гроу-Екстра у дозі 2,5 л/га). Обприскування проводили на початку фази змикання листків в рядках. Обліки та спостереження проводили за «Методикою проведення досліджень у буряківництві» [9].

Доречно проаналізувати погодні умови, що склались за період досліджень. Інтегрованим показником, що поєднує в собі температурний режим і кількість опадів є гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який вираховується як співвідношення суми температур, що перевищують 10° С за вегетаційний період та сумарної кількості опадів. Показники ГТК, розраховані для кожного місяця зведені в таблицю 1.

### **1. Гідротермічний коефіцієнт Селянінова за вегетаційні періоди 2014 – 2016 рр.**

Місяць	ГТК		
	2014	2015	2016
Квітень	2,2	0,8	2,2
Травень	2,6	0,8	0,9
Червень	1,5	0,6	0,5
Липень	1,4	1,0	0,4
Серпень	1,2	0,04	0,4
Вересень	1,6	0,6	0,1

За підрахункам гідротермічного коефіцієнту встановили, що 2014 рік був з достатньою кількістю опадів і навіть із надмірною – ГТК становив 1,2-2,6. В 2015 та 2016 роках спостерігали недостатню кількість вологи у період вегетації цукрових буряків, ГТК відповідав рівню недостатньої зволоженості і навіть посухи в окремі місяці, у серпні 2015 був найменший ГТК за роки досліджень – 0,04.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Найбільше накопичення (90-95 %) сухої маси коренеплодів відбувається за рахунок фотосинтезу в листках рослин цукрових буряків [10], тому одним із головних факторів, що впливає на величину врожаю рослин цукрових буряків, є розмір листової поверхні та продуктивність протікання фотосинтезу (чистої продуктивності фотосинтезу і фотосинтетичного потенціалу посіву). Однією з основних умов для максимально

ефективного використання енергії сонця є формування рослинами оптимальної листкової поверхні і ефективність використання асиміляційної поверхні.

Доцільно розглянути динаміку зміни площі листкової поверхні (див. табл. 1) і показників її продуктивності по фазам росту під впливом внесених речовин (табл. 2).

## 2. Динаміка зміни площі листкової поверхні досліджуваних гібридів (середнє 2014 – 2016 рр.)

Варіант	Фази росту			
	Змикання листків в рядках	Змикання листків в міжряддях	Розмикання міжрядь	Технічна стиглість
	Площа листкової поверхні рослини, см <sup>2</sup>			
‘Імпакт’				
Контроль	1966	3416	2662	2459
Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га	1852	3493	2413	2635
Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га	2126	3750	2743	2379
Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га	2087	3310	2742	3106
Мікро-Мінераліс	2186	3746	2597	2983
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	2057	3771	2776	3015
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	1894	3670	3045	2065
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	1874	3754	3146	2514
Альфа-Гроу-Екстра	1779	3700	3551	2584
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	1893	3767	3870	2787
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	1984	3752	3479	2729
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	2164	4009	3125	2733
‘Булава’				
Контроль	2155	4229	2970	2276
Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га	2181	4572	2971	2284
Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га	2143	4211	3114	2252
Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га	2242	4351	3027	2504
Мікро-Мінераліс	2108	4211	3504	3060
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	2010	4119	3601	2676
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	1856	4092	3935	2451
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	1987	4551	3657	2576
Альфа-Гроу-Екстра	1822	4105	3779	2695
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	1869	4261	4137	2654
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	2050	4143	3338	2916
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	2331	4403	3571	2732

Аналіз таблиці 2. показав, що у досліджуваних гібридів пік наростання площі асиміляційної поверхні припадає у фазу змикання листків в міжряддях і складає в середньому по досліді для гібрида 'Імпакт' 3678 см<sup>2</sup> і 4271 см<sup>2</sup> у Булави на рослину, що майже вдвічі менше ніж у фазу змикання листків в рядках і в 1,5 рази менше ніж на момент технічної стиглості.

Що стосується детального аналізу за варіантами, то варто зауважити, що у фазу змикання листя в рядках поодинокі внесення гербіциду в дозі 1 л/га призвело до зниження показника площі листової поверхні (1852 см<sup>2</sup>) рослини гібриду 'Імпакт' відносно контролю (1966 см<sup>2</sup>). На варіантах із застосуванням доз Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га і 1,4 л/га сформовані площі листової поверхні не значно, але перевищують показник контрольного варіанта і відповідно дорівнюють 2126 см<sup>2</sup> і 2087 см<sup>2</sup>. У фазу змикання міжрядь у гібрида 'Імпакт' найвищий показник отримали на фоні Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га – 4009 см<sup>2</sup>, що на 17 % перевищує значення варіанту без обробки жодним з препаратів (3416 см<sup>2</sup>), а найнижчий (3310 см<sup>2</sup>) у варіанті із застосуванням Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1,4 л/га .

Що до гібриду 'Булава', то за морфологічними особливостями він дещо відрізняється від 'Імпакт'у. Так у 'Імпакт'у тип розетки – напіврозлогий, листок короткий за довжиною, листовка пластинка коротка за довжиною, вузька за шириною, з сильною хвилястістю країв, сильно гофрована, а у Булави тип розетки – розлога, листок довгий, листовка пластинка середня за розміром, з помірною хвилястістю країв, слабко гофрована. Відповідно і значення площі листової поверхні мають бути більшими. У найбільш продуктивну фазу найкращім варіантом (4572 см<sup>2</sup>) був варіант із фоном Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1 л/га порівняно з контролем (4259 см<sup>2</sup>), на варіанті Мікро-Мінераліс+Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га, площа листової поверхні була найменшою на рівні (4092 см<sup>2</sup>).

Отже, як бачимо гібрид 'Імпакт' краще відреагував на обробку мікродобривом, як на захід для зняття стресу від дії гербіциду, сформувавши найбільшу площу листової поверхні у фазу змикання міжрядь.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) характеризує інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю протягом доби в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> листової поверхні рослин. Задовільними є показники чистої продуктивності фотосинтезу, що мають значення в межах 3-4 г/м<sup>2</sup> за добу, хороші – 4-6, дуже хороші – понад 6 г сухої речовини на 1 м<sup>2</sup> площі листків за добу [11,12].

Також, щоб дати оцінку ефективності фотосинтетичної роботи посівів цукрових буряків, доцільно визначати показник фотосинтетичного потенціалу (ФП), який вимірюється у тисячах м<sup>2</sup> листової поверхні, яка фотосинтезувала протягом певної кількості днів на одному гектарі посіву (тис м<sup>2</sup> днів/га). Залежність між фотосинтетичним потенціалом і врожайністю прямо пропорційна. Фотосинтетичний потенціал посівів визначає показники агротехнічних прийомів, що використовуються під час вирощування культур та формуванні врожаю [13]. Отримані дані зведені в таблицю 3.

### 3. Динаміка зміни основних показники фотосинтетичної активності досліджуваних гібридів залежно від дози і найменування внесених препаратів (середнє за 2014 – 2016 рр.)

Варіант	Період дослідження					
	Змикання листків в рядках – змикання листків в міжряддях		Змикання листків в міжряддях – Розмикання міжрядь		Розмикання міжрядь – технічна стиглість	
	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> /доб	ФП, млн.м <sup>2</sup> /доб на га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> /доб	ФП, млн.м <sup>2</sup> /доб на га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> /доб	ФП, млн.м <sup>2</sup> /доб на га
‘Імпакт’						
Контроль	4,40	1,38	9,88	0,47	9,32	0,54
Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га	4,79	1,39	11,11	0,46	9,62	0,54
Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га	4,78	1,52	10,00	0,50	8,49	0,54
Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га	5,12	1,38	10,50	0,46	8,74	0,61
Мікро-Мінераліс	3,65	1,54	9,80	0,49	8,49	0,59
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	5,23	1,49	8,50	0,50	8,15	0,61
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	4,82	1,45	9,09	0,51	8,53	0,53
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	4,67	1,46	8,39	0,54	8,06	0,60
Альфа-Гроу-Екстра	5,36	1,41	7,37	0,54	7,64	0,64
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	5,32	1,47	7,84	0,58	8,97	0,70
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	4,56	1,49	9,27	0,55	8,06	0,65
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	4,84	1,59	8,27	0,55	10,05	0,61
‘Булава’						
Контроль	3,96	1,68	6,35	0,56	7,10	0,54
Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га	4,15	1,73	6,49	0,57	6,29	0,54

Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га	4,91	1,63	5,51	0,55	5,53	0,56
Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га	4,74	1,67	5,47	0,55	3,89	0,57
Мікро-Мінераліс	3,62	1,61	6,47	0,58	4,42	0,67
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	4,35	1,57	6,46	0,58	7,45	0,66
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	4,79	1,53	5,84	0,60	4,61	0,66
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	3,86	1,67	6,29	0,61	6,96	0,64
Альфа-Гроу-Екстра	5,31	1,51	6,59	0,58	4,69	0,66
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	5,56	1,56	5,46	0,61	5,31	0,69
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	4,66	1,58	5,60	0,58	5,59	0,68
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	3,62	1,71	6,37	0,59	7,15	0,64

Аналіз даних таблиці 3 показав, що найбільш ефективно рослини цукрових буряків використовують площу листової поверхні у період змикання листків в міжряддях – розмикання міжрядь, показники чистої продуктивності фотосинтезу на рівні 9,17 г/м<sup>2</sup>/доб у гібрида ‘Імпакт’ і 6,08 г/м<sup>2</sup>/доб для Булави були найвищими в порівнянні із значеннями інших досліджуваних періодів. На відміну від площі листової поверхні у найпродуктивніший період на варіанті з мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра отримали найнижчий показник ЧПФ у гібрида ‘Імпакт’ (7,34), а за застосування Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1 л/га, показник був найкращим по досліді і склав 11,11 г/м<sup>2</sup>/доб відносно контролю (9,88 г/м<sup>2</sup>/доб). Гібрид ‘Булава’ краще відреагував на поодинокі обробку мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра, показник ЧПФ цього варіанту перевищив контроль на 4 % і склав 6,59 г/м<sup>2</sup>/доб.

На основі аналізу показника ФП посіву гібриду ‘Імпакт’ встановили, що найкращі значення у період змикання листків в рядках – змикання листків в міжряддях були на фоні Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га – на 0,21 млн м<sup>2</sup>/доб на га більше за контрольний варіант (1,38 млн м<sup>2</sup>/доб на га). У періоди змикання листків в міжряддях – розмикання міжрядь і розмикання міжрядь – технічна стиглість найкращим виявився один і той самий варіант – Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га з відповідно на 0,11 і на 0,16 млн м<sup>2</sup>/доб на га більші за контрольні варіанти (0,47 і 0,54 млн м<sup>2</sup>/доб на га).

Щодо значень ФП посіву гібриду ‘Булава’, то вище за контроль (1,68 млн.м<sup>2</sup>/доб на га) на 0,02 млн м<sup>2</sup>/доб на га у період змикання листків в рядках – змикання листків в міжряддях було значення ФП на варіанті Альфа-

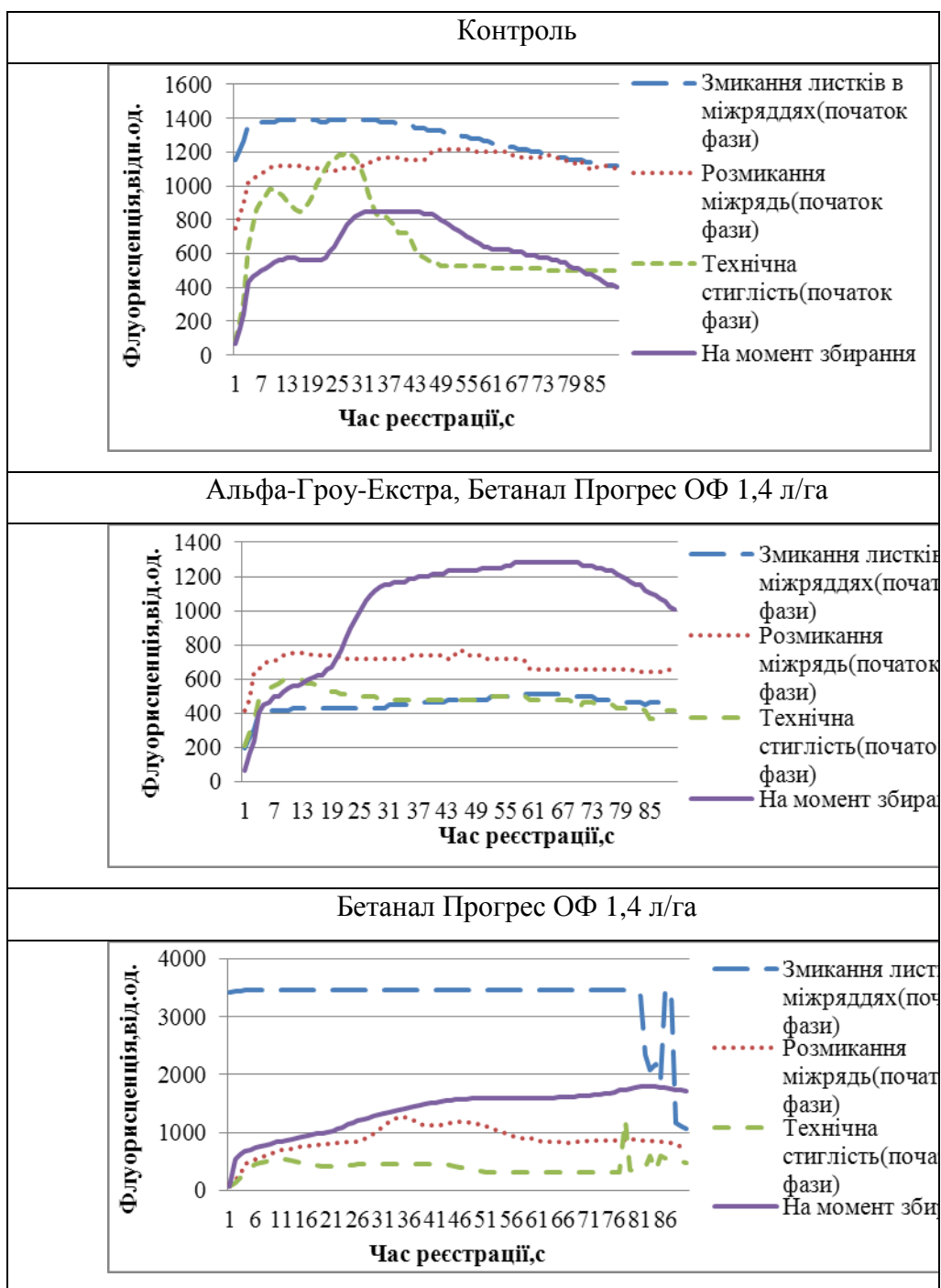
Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га. У період змикання листків в міжряддях – розмикання міжрядь показники ФП на двох варіантах виявились не значно, але більшими за контроль, такі як Мікро-Мінераліс+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га – 0,61 млн м<sup>2</sup>/доб на га і Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1л/га з таким самим значенням, тоді як на контрольному варіанті отримали значення – 0,56 млн м<sup>2</sup>/доб на га.

Окрім класичних облікових методів визначення ефективності проходження фотосинтезу, також застосовується експрес-метод визначення стану асиміляційного апарату рослин шляхом вимірювання флуоресценції хлорофілу [14, 15].

За нормального фізіологічного розвитку рослини не більше 3 % енергії електронного збудження хлорофілу переходить в енергію світла флуоресценції у вигляді так званої фонові флуоресценції ( $F_0$ ). Мале значення  $F_0$  свідчить про активне використання клітинами листя енергії поглиненого світла. У разі насичення реакційних центрів фотосистеми поглинена світлова енергія вже не використовується на фотосинтез і флуоресценція хлорофілу зростає, досягаючи максимального значення  $F_m$ . Насичення реакційних центрів може відбуватися за збільшення інтенсивності світлового потоку. Тому на інтенсивність спектральних ліній флуоресценції хлорофілу впливають не лише умови, в яких перебуває рослина, а й інтенсивність та тривалість світлового потоку збудження [16, 17].

Наглядно ілюструють ефективність використання площі листової поверхні криві індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) (рис. 1, 2). В таблиці 4 і 5 показано контрастні варіанти із застосуванням окремо гербіциду і мікродобрив у поєднанні з гербіцидом.





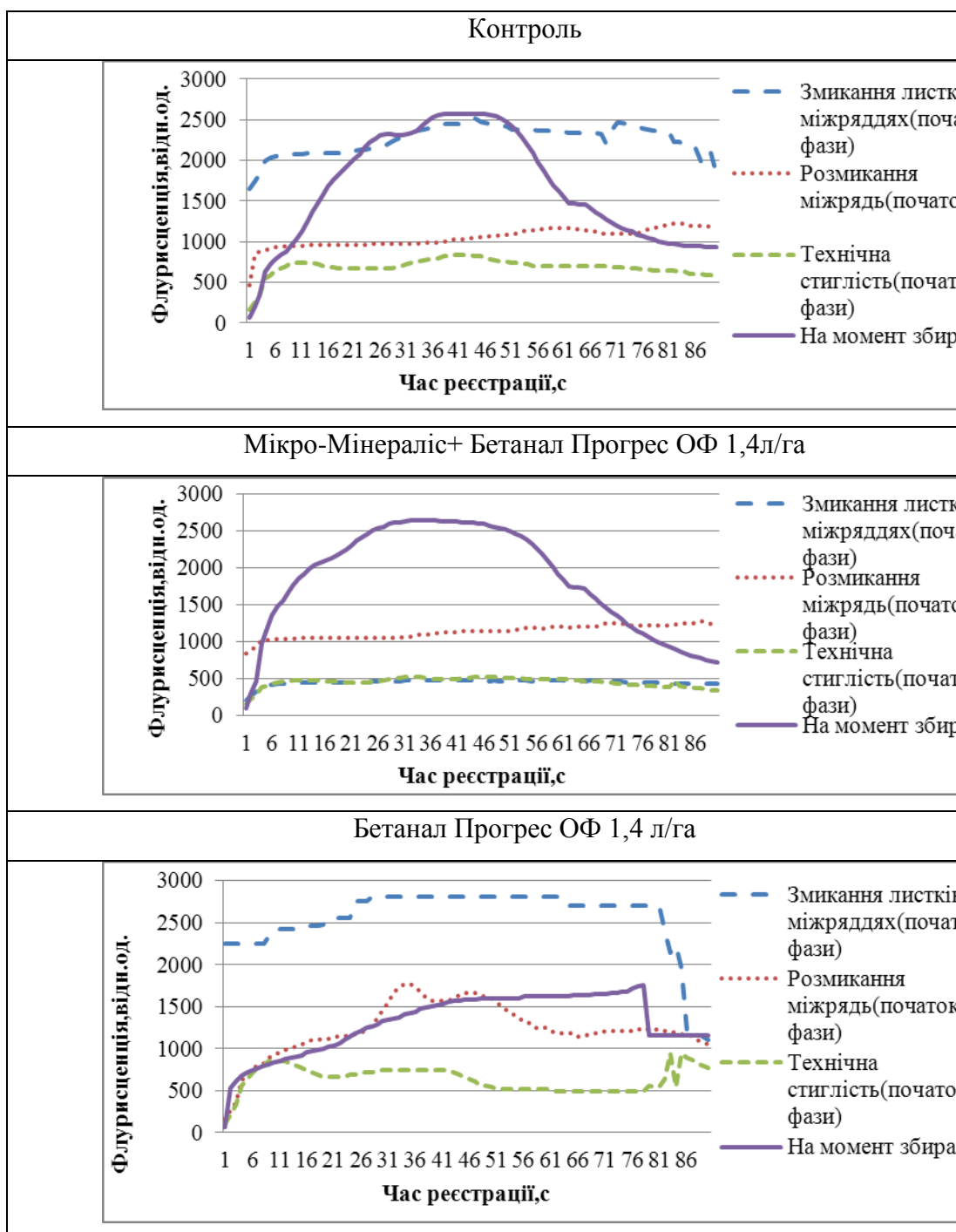
**Рис. 1. Криві ІФХ рослин гібриду 'Імпакт' у різні фази розвитку після внесення гербіцидів і мікродобрих (2014 – 2016 рр.)**

З таблиці 4 видно, що під впливом гербіциду (Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га) одразу після обробки у фазу змикання листків в міжряддях показник  $F_0$  склав 3242 від. од., значно перевищивши значення контрольного варіанту (1810 від. од.). Це свідчить про пасивне використання клітинами листка енергії поглиненого

світла, тобто листковий апарат рослини знаходиться у певному стресі, який впливає на проходження фотосинтезу.

При одночасному внесенні Альфа-Гроу-Екстра і Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га, зафіксовано тенденцію до часткового зменшення стресової дії гербіциду, площа листкової поверхні використовується з найбільшою ефективністю, значення флуоресценції  $F_0$  менші (на рівні 180 від. од. у фазу змикання міжрядь) і тільки на момент збирання спостерігаємо незначне підвищення початкової флуоресценції до 400 від. од., але даний випадок пояснюється скороченням світлового дня та фотосинтетичної активності рослин в кінці вегетації.

Схожу тенденцію розподілу початкової флуоресценції по фазам спостерігаємо і у гібриду 'Булава' (див. табл. 5.). Перші вимірювання після обробки показали, що на варіанті з найбільшою дозою гербіциду (Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га) значення початкової флуоресценції хлорофілу було на рівні 2245 від. од., тоді як на контрольному варіанті – 1600 від. од.. У фазу розмикання листків в рядках мінімальне значення спостерігали на варіанті Мікро-Мінераліс+Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га – 114 від. од. Як бачимо застосування мікродобрива активувало роботу фотосинтетичного апарату рослини.



**Рис. 2. Криві ІФХ рослин гібриду ‘Булава’ у різні фази розвитку після внесення гербіцидів і мікродобрів (2014 – 2016 рр.)**

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати про доцільність використання даного методу для виявлення хімічного стресу листового апарату рослин цукрових буряків [18, 19].

## Висновки

1. Для послаблення дії гербіциду на рослини цукрових буряків доцільно використовувати комплексні мікродобрива в хелатній формі. Так, за найбільшої норми витрати Бетанал Прогрес ОФ – 1,4л/га і одночасного внесення мікродобрива Альфа-Гроу-Екстра, одержали найвищий показник площі листової поверхні гібриду ‘Імпакт’ – 4009 см<sup>2</sup>, що на 17 % перевищило значення контролю (3416 см<sup>2</sup>). Препарат Мікро-Мінераліс не виявився на стільки ж ефективним у подоланні стресу листового апарату рослин гібрида ‘Булава’, порівняно з контролем (4259 см<sup>2</sup>), на варіанті Мікро-Мінераліс+Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га, площа листової поверхні була найменшою (4092 см<sup>2</sup>).

2. За показниками продуктивного використання площі листової поверхні, такими як чиста продуктивність фотосинтезу і фотосинтетичний потенціал визначили, що фази змикання листків в рядках, змикання листків у міжряддях найбільш ефективні з точки зору проходження фотосинтезу. У період змикання листків у міжряддях – розмикання міжрядь обидва гібрида мають найбільші значення ЧПФ на рівні 9,17 г/м<sup>2</sup>/доб у гібрида ‘Імпакт’ і 6,08 г/м<sup>2</sup>/доб для Булави (середні значення по досліді). ‘Булава’ краще реагує на обробку мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра, поодиноким застосуванням цього препарату дає прибавку 4 % відносно контрольного варіанту (6,35), а гібрид ‘Імпакт’ навпаки має найбільше значення (11,10) на фоні застосування Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1 л/га по відношенню до контролю, що складає 9,88 г/м<sup>2</sup>/доб.

3. Експрес-метод вимірювання флуоресценції хлорофілу листя рослин цукрових буряків дає можливість оцінити стан листового апарату безпосередньо в польових умовах і оперативно приймати технологічні рішення у разі виявлення відхилень протікання фотосинтезу. На прикладі застосування гербіциду було доведено чутливість індукції флуоресценції хлорофілу до хімічного стресу рослин цукрових буряків. На графіках, отриманих із приладу вітчизняного виробництва «Флоратест» видно, що у разі застосування найбільшої дози Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1,4 л/га, особливо у фазу змикання листків у міжряддях початкова флуоресценція (F<sub>0</sub>) зависока на рівні 3242 від. од. у гібрида ‘Імпакт’ і в межах

2245 від. од. у Булави, що свідчить про неефективне використання сонячної енергії листям рослин цукрових буряків. Мікродобривом вдалося зняти даний стрес і знизити показник  $F_0$  до рівня близько 180 від. од. для гібрида 'Імпакт' у варіанті із застосуванням Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га і близько 114 від. од. для гібриду 'Булава' на варіанті Мікро-Мінераліс+ Бетанал Прогрес ОФ1,4л/га.

### Список літератури

1. Косаківська І. В. Стрес рослин: специфічні та неспецифічні реакції адаптаційного синдрому / І. В. Косаківська // Український ботанічний журнал. – 1998. – С.6.
2. Мордерер Є. Ю. Фізіологічні основи комплексного застосування гербіцидів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук: спец. 03.00.12 / Є.Ю. Мордерер; Ін-т фізіології рослин і генетики НАН України. – К., 2002. – 38 с.
3. Спиридонов Ю. Я. Современные проблемы изучения гербицидов / Ю. Я. Спиридонов, С. Г. Жемчужин // Агрохимия. – 2010. – №7. – С. 73–91.
4. Патака В. П. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / В. П. Патака, Н. А. Макаренко, Л. І. Моклячук. – Київ: Основа, – 2005.– 11с.
5. Ширяева Э. И. Влияние гербицидов на микроспорогенез и гаметогенез у сахарной свеклы. / Э. И. Ширяева, Г. И. Ярмолюк, Н. Е. Зайковская, А. В. Корниенко, А. М. Макогон // Цитология и генетика. – 1975, Т 3. – С.245–250.
6. Гизбуллин Н. Г. Продуктивность семенников при использовании гербицидов / Н. Г. Гизбуллин, А. В. Ещенко // Сахарная свекла. – 2001. – № 6. – С. 21–22.
7. Доронін В. А. Вплив гербіцидів на процеси клітинного поділу і якість насіння цукрових буряків / В. А. Доронін, А. О. Ковальчук // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 9. – С. 19 – 21.
8. Грицаєнко З. М. Гербіциди і врожай / З. М. Грицаєнко, О. В. Голодрига // Карантин і захист рослин. – 2004.– № 7. – С. 21.
9. Методики проведення досліджень у буряківництві / М. В. Роїк, Н. Г. Гизбуллін, В. М. Сінченко, О. І. Присяжнюк [та ін.]/ під заг. ред. М.В. Роїка та Н.Г. Гизбулліна. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. – 374 с.
- а. Пащенко О. І. Формування асиміляційної листкової поверхні сої залежно від способів основного обробітку ґрунту та рівня мінерального живлення / Бюлетень інституту зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, – 2009. – №37.
10. Режим доступу: <http://www.institut-erna.com/library/pdf37/10.pdf>
11. Рослинництво. Практикум / За ред. О. І. Інченка. – Вінниця : Нова книга, 2008. – 536 с

12. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко [та ін.] ; за ред. О. І. Зінченка. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
13. Чекалин Е. И. Устойчивость гороха посевного и полевого к экстремальным факторам погоды / Е. И. Чекалин, И. В. Кондыков А. В. Амелин // Сб. научных материалов: Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве. – Орел, – 2011. – С.297 – 303
14. Булычѳв А. А., Алова А. В., Рубин А. Б. Изменения флуоресценции хлоропластов в клетках *Characorallina*, связанные с передачей фотоиндуцированного сигнала с потоком цитоплазмы // Физиология растений. – 2013. –Т. 60. – С. 38–46.
15. Олексійченко Н. О. Індукція флуоресценції хлорофілу листя липи серцелистої у вуличних насадженнях Києва / Н. О. Олексійченко, О. І. Китаєв, А. М. Лесюк // Наук. пр. ЛАН України : зб. наук. праць. Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 7. – С. 95–97.
16. Романов В. А. Портативный флуориметр и особенности его применения / В. А. Романов, И. Б. Галелюка, Е. В. Сахаран //Сенсорная электроника и микросистемные технологии. – 2010. – 1 (7). – № 3. – С. 146 – 152.
17. Совакова М. О. Оцінка функціонального стану листкового апарату видів роду *Tilia* L. за допомогою фотоіндукованих змін флуоресценції хлорофілу / М. О. Совакова // Міжнар. наук.–прак. конф. «Ліс, довкілля, технології: наука та інновації» : тези доп. – К., 2012. – С. 237– 238
18. Кирик М. М. Діагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків / М. М. Кирик, Ю. М. Таранухо, М. П. Таранухо, О. І. Китаєв, В. А. Скряга, Д. М. Артеменко // Вісник аграрної науки : зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 10. – С. 26–28.
19. Магомедова М. Х.-М., Алиева М. Ю. Флуоресцентная реакция растений на различия в минеральном питании / М. Х.-М. Магомедова, М. Ю. Алиева // Известия ДГПУ Естественные и точные науки. – 2010, №3. – С. 60–65

## References

1. Kosakivska, (1998) Plant's stress: specific and nonspecific reactions of adaptation syndrome. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanic journal] ,6. [in Ukrainian]
2. Morderer Ye. Yu. (2002) *Fiziologichni osnovy kompleksnoho zastosuvannia herbitsydiv* [Physiological basis of complex using of herbicides] (Extended Abstract of Dr. Biol. Sci. Diss.), Institute of Plant Physiology and Genetics, NAAS, Kiev, Ukraine. [in Ukrainian]
3. Spyrydonov Yu. Ya. (2010) Modern problems of studying herbicides, *Ahrokhymyia* [Agrochemistry], 7, 73–91. [in Ukrainian]
4. Pataka V. P. (2005) *Ahroekologichna otsinka mineralnykh dobryv ta pestytsydiv* [Agroecological estimation of mineral fertilizers and pesticides] Kyiv: Osnova. [in Ukrainian]

5. Shiryayeva E. I. (1975) Effect of herbicides on microsporogenesis and gametogenesis of sugar beet *Tsitologiya i genetika* [Cytology and Genetics], 3, 245–250. [in Ukrainian]
6. Gizbullin N. G. (2001) Productivity of testes with using herbicides. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet], 6, 21–22. [in Russian]
7. Doronin V. A., Kovalchuk A. O. (2011) Influence of herbicides on the processes of cell division and the quality of sugar beet seeds. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Journal of Agricultural Science], 9, 19–21. [in Ukrainian]
8. Hrytsaienko Z. M., Holodryha O. V. (2004) Herbicides and yield. *Karantyn i zakhyst roslyn* [Quarantine and Plant Protection], 7, 21. [in Ukrainian]
9. Roik M. V., Hizbullin N. H., Sinchenko V. M., Prysiashniuk O. I. (2014). *Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi* [Methods of research in sugar beet cultivation]. Roik M. V & Hizbullina N. H. (Eds). Kiev:FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
10. Pashchenko O. I. (2009) Formation of assimilation leaf surface of soybeans depending on basic methods of cultivation and mineral nutrition *Biuletyn instytutu zernovoho hospodarstva UAAN* [Bulletin of the Institute of grain farming of UAAS], 37. Recived from (<http://www.institut-erna.com/library/pdf37/10.pdf>) [in Ukrainian]
11. Inchenko O. I. (Ed) (2008) *Roslynyntstvo. Praktykum* [Plant science] Vinnytsia : Nova knyha. [in Ukrainian]
12. Zinchenko O. I., Salatenko V. N., Bilonozhko M. A. (2001) *Roslynyntstvo: Pidruchnyk* [Plant science. Book] O. I. Zinchenko (Ed.), Kiev: Ahrarna osvita. [in Ukrainian]
13. Chekalin E. I, Kondykov I. V., Amelin A. V. (2011) Stability of pea to extreme weather factors. *Sb. nauchnykh materialov: Novye sorta sel'skokhozyaystvennykh kul'tur – sostavnaya chast' innovatsionnykh tekhnologiy v rasteniievodstve* [Collection of scientific materials: New varieties of agricultural crops - an integral part of innovative technologies in plant growing], Orel, 297 – 303. [in Russian]
14. Bulychev A. A., Alova A. V., Rubin A. B. (2013) Changes in the fluorescence of chloroplasts in Characorallina cells associated with the transfer of a photoinduced signal to the cytoplasmic stream. *Fiziologiya rasteniy* [Physiology of plant], 60, 38–46. [in Russian]
15. Oleksiichenko N. O. Kytaiev O. I., Lesiuk A. M. (2009) The induction of chlorophyll fluorescence linden cordata leaves at street stands of Kyiv *Nauk. pr. LAN Ukrainy : zb. nauk. prats. Lviv : RVV NLTU Ukrainy* [Scientific papers LAN Ukraine: Coll. Science. works. Lviv, Ukraine RIO NLTU], 7, 95–97. [in Ukrainian]
16. Romanov V. A., Haleliuka Y. B., Sakharan E. V. (2010) Portable fluorimeter and its application features. *Sensornaya elektronika i mikrosistemnye tekhnologii* [Sensory electronics and microsystem technologies],1 (7), 3, 146 – 152. [in Russian]
17. Sovakova M. O. (2012) Evaluation of functional state leaf apparatus of species of the genus *Tilia* L. via by photoinduced changes in chlorophyll fluorescence *Otsinka funktsionalnoho stanu lystkovoho aparatu vydiv rodu Tilia* L. za dopomohoiu fotoindukovanykh zmin fluorestsentsii khlorofilu *Mizhnar. nauk.–prak. konf. «Lis, dovkillia, tekhnolohii: nauka ta innovatsii»* Intern. scien. and practical. conf. "The

forest, environment, technology, science and innovation": Theses., March 29. 2012, Kiev. [in Ukrainian]

18. Kyryk M. M., Taranukho Yu. M., Taranukho M. P., Kytaiev O. I, Skriaha V. A, Artemenko D. M. (2011) Diagnosis of viral infection of black currants and raspberries by induction of leaves chlorophyll fluorescence method. *Visnyk ahrarnoi nauky : zb. nauk. prats.* [Journal of Agricultural Science: Coll. Science. works.],10, 26–28. [in Ukrainian]

19. Magomedova M. Kh.-M., Alieva M. Yu. (2010) Fluorescent reaction of plants to differences in mineral nutrition. *Izvestiya DGPU Estestvennye i tochnye nauki* [News of the DSPU Natural and exact sciences],3, 60-65 [in Russian]

## **ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

**И. И. Коровко**

*Аннотация.* В статье приведены результаты исследований влияния отдельных элементов технологии выращивания сахарной свеклы на фотосинтетическую активность растений, а именно применение гербицида и микроудобрений. Из литературных источников и по собственным исследованиям установлено, что гербициды оказывают небольшое стрессовое воздействие на растения сахарной свеклы, особенно на фотосинтетическую деятельность. Эффективным средством борьбы с таким стрессом оказалось применение микроудобрений в качестве внекорневой подкормки, что подтверждается результатами учета площади листовой поверхности, определения чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), фотосинтетического потенциала (ФП) и флуоресценции хлорофилла листьев.

Так, в фазу смыкания междурядий у гибрида 'Импакт' высокий показатель площади листовой поверхности получили на фоне использования Альфа-Гроу-Экстра + Бетанал Прогресс ОФ 1,4 л/га – 4009 см<sup>2</sup>, что на 17 % превышает значение варианта без всякой обработки (3416 см<sup>2</sup>), а низкий (3310 см<sup>2</sup>) в варианте с применением Бетанал Прогресс ОФ в количестве 1,4 л/га. ЧПФ была самой высокой по опыту у гибрида "Булава" на фоне применения микроудобрения Альфа-Гроу-Экстра и составила 6,59 г/м<sup>2</sup>/сут, превысив контроль на 4 %.

Также была доказана чувствительность индукции флуоресценции хлорофилла к химическому стрессу растений сахарной свеклы, нанесенному гербицидом. При применении дозы Бетанал Прогресс ОФ в количестве 1,4 л/га, особенно в фазу смыкания листьев в междурядьях наблюдали начальную флуоресценцию ( $F_0$ ) на уровне 3242 отн.ед. у гибрида Импакт и в пределах 2245 отн.ед. у 'Булавы', что свидетельствует о неэффективном использовании солнечной энергии листьями растений сахарной свеклы. Микроудобрениями удалось снять данный стресс и снизить показатель  $F_0$  до уровня около 180 отн.ед. для гибрида 'Импакт на варианте с применением Альфа-Гроу-



Экстра+ Бетанал Прогресс ОФ 1,4 л/га и около 114 отн.ед. для гибрида 'Булава' в варианте Микро-Минералис + Бетанал Прогресс ОФ 1,4 л/га.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, химический стресс, гербицид, комплексные микроудобрения, фотосинтетическая активность

## EFFECT OF SPECIFIC ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGY ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SUGAR BEET

I. Korovko

**Abstract.** *In the article the results of researches of influence of specific elements of technology of cultivation of a sugar beet on photosynthetic activity of plants, namely application of a herbicide and microfertilizers are resulted. From literature sources and from own research, it has been established that herbicides have negative effect on sugar beet plants, especially on photosynthetic activity. An effective method of combating such stress was applying of microfertilizers as foliar nutrient, which is confirmed by the results of taking into account the area of the leaf surface, the determination of the clean productivity of photosynthesis (CPP), the photosynthetic potential (FP) and the fluorescence of leaf chlorophyll.*

*Thus, during the interlocking phase in the hybrid 'Impact', a high leaf surface area was obtained against the background of the use of Alfa-Grou-Extra + Betanal Progress OF 1,4 l per ha flow was 4009 cm<sup>2</sup>, which is 17% higher than the value of the variant without any treatment (3416 cm<sup>2</sup>), and a low (3310 cm<sup>2</sup>) was in the version with the using of Betanal Progress of OF in the amount of 1,4 l per ha. Hybrid 'Bulava' has the highest CPP in the experiment against the use of microfertilizer Alfa-Grou-Extra and was 6,59g per m<sup>2</sup> per day, exceeding the control by 4 %.*

*The sensitivity of the induction of chlorophyll fluorescence to the chemical stress of sugar beet plants applied by a herbicide was also proved. When using the Betanal Progress OF in an amount of 1,4 l per ha, especially in the phase of interlocking the leaves in the rows, the initial fluorescence (F<sub>0</sub>) was observed at 3242 units. for the hybrid 'Impact' and within 2245 units for 'Bulava', which indicates the inefficient use of solar energy by the leaves of sugar beet plants. Microfertilizers managed to remove this stress and reduce the F<sub>0</sub> to a level of about 180 units. for the 'Impact' in the variant with Alfa-Grou-Extra + Betanal Progress OF in amount of 1,4 l per ha and about 114 units. for the hybrid "Bulava" in the version of Micro-Mineralis + Betanal Progress OF in amount of 1,4 l per ha.*

**Key words:** *sugar beet, chemical stress, herbicide, complex microfertilizers, photosynthetic activity*