

UDC 631.8:581.132:635.21

**Anatoliy Bykin, Dr. Sci. (Agric.), Corresponding Member of NAAS of Ukraine****Igor Bordyuzha, Postgraduate Student***National university of life and environmental sciences of Ukraine,  
Kiev, e-mail: igor\_bordyuzha@hotmail.com***THE EFFECT OF THE LIQUID COMPLEX FERTILIZERS ON NET PRODUCTIVITY OF PHOTOSYNTHESIS INTO POTATO PLANTS**

*The results of researches on the influence of liquid phosphorus fertilizers (RCL 11-37) on the background of  $N_{120}K_{180}$  in conjunction with pre-planting of tubers with growth-stimulating drugs (Atonik Plus and Basfoliar Kelp) on the net productivity of potato dish photosynthesis are presented. It was established that the introduction of LCF 11-37 in the norm  $P_{105}$  for the treatment of tubers Atonik Plus (0,2%) provided the maximum value of NPP at the level of 4,22-18,7 g/m<sup>2</sup> per day at a LI of 0,94-6.26. The result of the positive effect of the aforementioned agrochemicals was the achievement by the crop of level 42.6 t/ha.*

**Keywords:** potato, LCF 11-37, net productivity of photosynthesis (NPP), leaf index (LI), tuber treatment, Atonik Plus, Basphorus Kelp, mineral nutrition.

УДК 631.8:581.132:635.21

**А. В. Быкин, д-р с.-х. наук, профессор, член-корр. НААН Украины****И. П. Бордюжа, аспирант***Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,  
г. Киев, e-mail: igor\_bordyuzha@hotmail.com***ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ  
НА ЧИСТУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА  
РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ СТОЛОВОГО**

*Представлены результаты исследований по изучению влияния жидких фосфорных удобрений (ЖКУ 11-37) на фоне  $N_{120}K_{180}$  в сочетании с предпосадочной обработкой клубней ростстимулирующими препаратами (Атоник Плюс и Босфолиар Келп) на чистую продуктивность фотосинтеза картофеля столового. Установлено, что внесение ЖКУ 11-37 в норме  $P_{105}$  при обработке клубней Атоник Плюс (0,20 % раствор) обеспечивало максимальное значение ЧПФ на уровне 4,22-18,7 г/м<sup>2</sup> в сутки за листового индекса 0,94-6,26. Итогом положительного влияния вышеупомянутых агрохимических мер стало достижение культурой уровня урожая 42,6 т/га.*

**Ключевые слова:** картофель столовая, ЖКУ 11-37, чистая

*продуктивність фотосинтеза (ЧПФ), листкової індекс (ЛІ), обробка клубней, Атонік Плюс, Босфоліар Келп, мінеральне живлення.*

УДК 631.8:581.132:635.21

**А. В. Бикін, д-р с.-г. наук, професор, член-кор. НААН України**

**І. П. Бордюжа, аспірант**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, e-mail: igor\_bordyuzha@hotmail.com*

### **ВПЛИВ РІДКИХ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ НА ЧИСТУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ РОСЛИН КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ**

*Висвітлено результати досліджень щодо вивчення впливу рідких фосфорних добрив (РКД 11-37) на фоні  $N_{120}K_{180}$  у поєднанні з передпосадковим обробленням бульб рістстимулюючими препаратами (Атонік Плюс і Босфоліар Келп) на чисту продуктивність фотосинтезу картоплі столової. Установлено, що внесення РКД 11-37 у нормі  $P_{105}$  за оброблення бульб Атонік Плюс (0,2 % р-н) забезпечувало максимальне значення ЧПФ на рівні 4,22-18,7 г/м<sup>2</sup> за добу за листкового індексу 0,94-6,26. Підсумком позитивного впливу зазначених вище агрохімічних засобів стало досягнення культурою рівня врожаю 42,6 т/га.*

**Ключові слова:** *картопля столова, РКД 11-37, чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), листковий індекс (ЛІ), оброблення бульб, Атонік Плюс, Босфоліар Келп, мінеральне живлення.*

Рівень врожаю є показником ефективності використання сонячної енергії рослинами. Однією з найважливіших умов її зростання є оптимальна площа асиміляційної поверхні та висока ефективність функціонування. Недостатня і надлишкова площа листкової поверхні є причиною зниження інтенсивності використання фотосинтетично-активної радіації через нераціональний перерозподіл продуктів асиміляції. Тому формування потужного фотосинтетичного апарату рослин і забезпечення довготривалості його продуктивної роботи є важливим науковим завданням, оскільки між величиною врожаю і площею листків встановлено пряму кореляційну залежність (Малиновский, 2004).

Основну частину асиміляційної поверхні складають листки. Саме в них здійснюється процес фотосинтезу. Він може відбуватися і в інших зелених частинах рослин – стеблах, плодах і т. ін. Проте їх частка участі є незначною. Динаміка площі листків у посівах підпорядковується певній закономірності. Після появи сходів вона збільшується повільно, а потім інтенсивно зростає до фази цвітіння. До припинення утворення бічних пагонів і росту рослин у

висоту, площа листків досягає максимальної величини, потім починає поступово зменшуватися у зв'язку з пожовтінням і відмиранням нижніх їх ярусів (Кошкин, 2005; Кучко, 1998).

Одним із показників, який характеризує темпи наростання площі листків, є листковий індекс (ЛІ), який показує кількість м<sup>2</sup> листя на 1 м<sup>2</sup> площі поля (Ничипорович, 1948).

З метою визначення динаміки зміни біометричних показників картоплі столової за використання різних форм добрив було проведено низку морфолого-біометричних спостережень, які охоплювали період активного росту рослин (сходи–«зелена ягода»), протягом якого найбільш чітко проявляються зміни їх зовнішніх показників (Бикіна, 2016; Кучко, 1998).

**Мета досліджень.** Дослідити вплив рідких форм фосфорних добрив на характер формування і діяльності фотосинтетичної поверхні насаджень картоплі столової в умовах Лівобережного Лісостепу України.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили у польовому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна НУБіП України в Бориспільському районі, Київської області протягом 2015-2016 рр.

Площа облікової ділянки становила 40 м<sup>2</sup>, повторність дослідів – трикратна. Розміщення варіантів було систематичним. Для проведення досліджень обрано середньо-пізній сорт Моцарт (оригінація НЗРС Нідерланди).

Передпосадкове оброблення бульб проводили препаратами Атонік Плюс та Босфоліар Келп з концентрацією 0,20 % та нормою витрати робочого розчину 10 л/т.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений грубопилуватий легкосуглинковий на лесі. Він характеризувався слабкокислою реакцією ґрунтового розчину (5,20), низьким умістом мінерального азоту (13,4 мг/кг), високим ступенем забезпечення рухомими сполуками фосфору (168 мг/кг) і калію (174 мг/кг) та середнім – обмінного кальцію (7,42 мг екв/100 г ґрунту) і магнію (1,64 мг екв/100 г ґрунту).

У досліді використовували такі добрива: аміачна селітра (ДСТУ 7370:2013), РКД 11-37 (ТУ – 2186-627-00209438-01), сульфат калію (ГОСТ 4145-74), сульфат магнію, Босфоліар Борон (В–21%), Атонік Плюс та Босфоліар Келп відповідно ISO 9001.

**Результати та обговорення досліджень.** Дослідженнями встановлено, що інтенсивне наростання листкової поверхні рослин картоплі столової тривало до фази цвітіння. Так, без застосування добрив ЛІ на початку фази бутонізації досягав меж 0,49-0,52 незалежно від препарату для оброблення бульб (табл. 1). За досягнення рослин фази цвітіння в цих варіантах ЛІ зріс на 2,23 за оброблення Атоніком і на 1,55 одиниці – Босфоліаром, із суттєвою різницею між собою. У фазу «зелена ягода» відмічена тенденція до суттєвого зниження

ЛІ (на 0,68 у варіантах з Атоніком Плюс) та несуттєвого (на 0,03 за обробки Босфоліаром).

**1. Вплив рідких форм фосфорних добрив на величину листкового індексу (ЛІ), середнє 2015-2016 рр.**

№ п/п	Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин			
		сходи	початок бутонізації	цвітіння	«зелена ягода»
з обробленням бульб Атонік Плюс					
1	Без добрив (контроль)	0,036	0,49	2,72	2,04
2	N <sub>120</sub> P <sub>35</sub> K <sub>180</sub> (Рркд)	0,051	0,74	4,53	3,08
3	N <sub>120</sub> Рркд <sub>35</sub> K <sub>180</sub> Ca <sub>21</sub> Mg <sub>15</sub> B <sub>1,5</sub> (р.Са,Мg)	0,053	0,67	2,11	2,77
4	N <sub>120</sub> P <sub>70</sub> K <sub>180</sub> (Рркд)	0,048	0,82	4,71	3,40
5	N <sub>120</sub> Рркд <sub>70</sub> K <sub>180</sub> Ca <sub>21</sub> Mg <sub>15</sub> B <sub>1,5</sub> (р.Са,Мg)	0,043	0,72	3,25	2,99
6	N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>180</sub> (Рркд)	0,039	0,94	6,26	3,92
7	N <sub>120</sub> Рркд <sub>105</sub> K <sub>180</sub> Ca <sub>21</sub> Mg <sub>15</sub> B <sub>1,5</sub> (р.Са,Мg)	0,043	0,80	3,55	3,32
з обробленням бульб Босфоліар Келп					
8	Без добрив (контроль)	0,033	0,52	2,07	2,05
9	N <sub>120</sub> P <sub>35</sub> K <sub>180</sub> (Рркд)	0,045	0,68	4,19	2,81
10	N <sub>120</sub> Рркд <sub>35</sub> K <sub>180</sub> Ca <sub>21</sub> Mg <sub>15</sub> B <sub>1,5</sub> (р.Са,Мg)	0,053	0,64	2,79	2,66
11	N <sub>120</sub> P <sub>70</sub> K <sub>180</sub> (Рркд)	0,041	0,81	4,33	3,37
12	N <sub>120</sub> Рркд <sub>70</sub> K <sub>180</sub> Ca <sub>21</sub> Mg <sub>15</sub> B <sub>1,5</sub> (р.Са,Мg)	0,052	0,68	3,25	2,83
13	N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>180</sub> (Рркд)	0,035	0,87	5,46	3,61
14	N <sub>120</sub> Рркд <sub>105</sub> K <sub>180</sub> Ca <sub>21</sub> Mg <sub>15</sub> B <sub>1,5</sub> (р.Са,Мg)	0,043	0,79	4,19	3,32

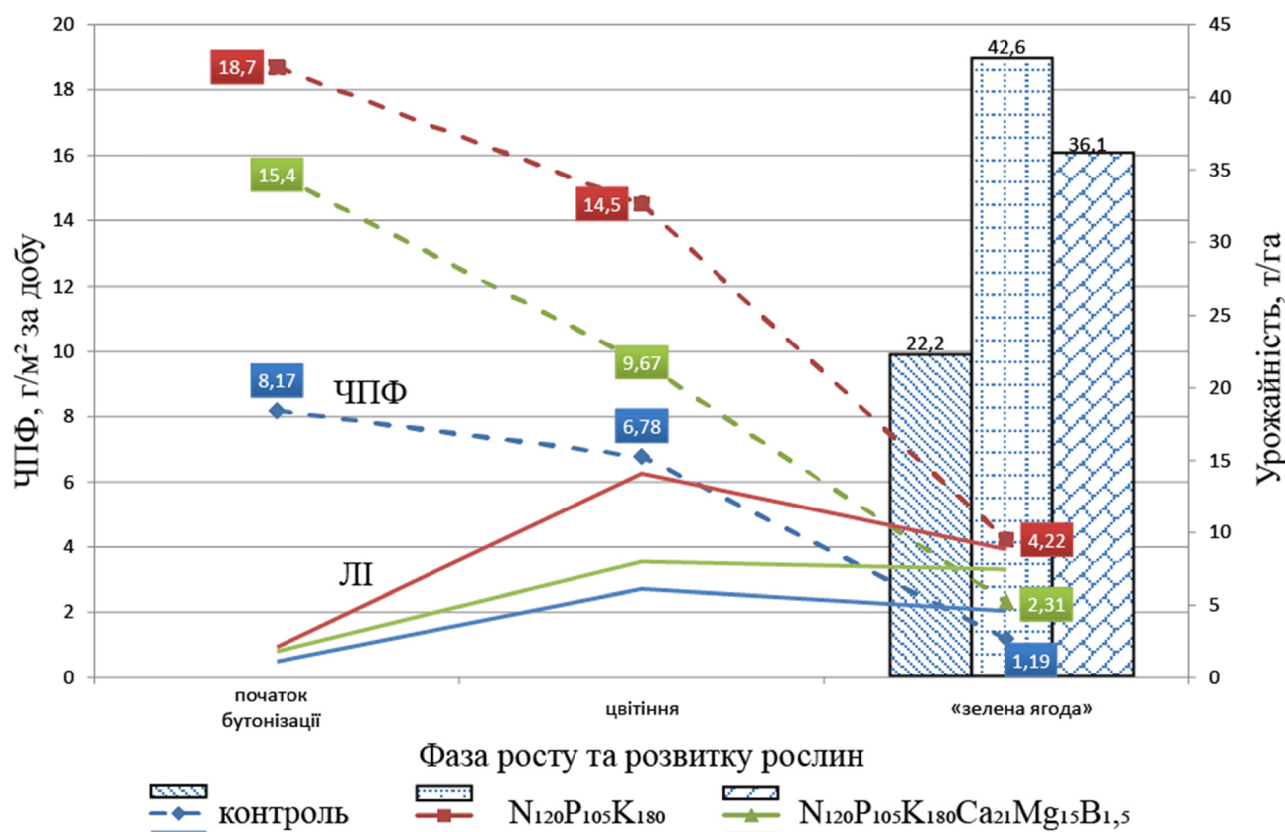
У варіантах із мінеральними добривами листковий індекс на початку фази бутонізації зростав порівняно до контролю на 0,25 за норми P<sub>35</sub> з обробленням Атонік Плюс і 0,16 – Босфоліаром Келп. Збільшення норми рідких фосфорних добрив (P<sub>105</sub>) обумовлювало зростання ЛІ до рівня 0,94 за оброблення Атоніком Плюс і 0,86 – Босфоліаром Келп.

За настання фази цвітіння у варіантах із застосуванням норм P<sub>35</sub> та P<sub>70</sub> показники ЛІ були на рівні 4,53 і 4,71 за оброблення Атоніком Плюс та 4,19 і 4,33 – Босфоліаром Келп. Максимального значення ЛІ досягнув за норми P<sub>105</sub>: 6,26 із обробленням бульб Атоніком Плюс і 5,46 – Босфоліаром Келп. У фазу «зелена ягода» за норми P<sub>35</sub> ЛІ зменшився на 1,45 із обробленням бульб Атоніком і 1,38 - Босфоліаром. У варіантах із P<sub>105</sub> він знизився на 2,34 з обробленням Атонік і на 1,84 - Босфоліаром порівняно до показників у фазу цвітіння.

Уведення до системи удобрення добрив з кальцієм, магнієм та бором зумовило збільшення листкової поверхні рослин картоплі столової на їх початкових етапах росту і розвитку. Проте, за досягнення ними початку фази бутонізації ЛІ у варіантах із добривами (NPK) мав перевагу порівняно із показниками варіантів, де додавали кальцій, магній та бор. Це пояснюється можливим антагонізмом окремих елементів у ґрунтового розчині та процесами хімічного зв'язування доступного фосфору кальцієм, що обумовлює зменшення

його мобільності в кореневмісному шарі і негативно позначається на рості та розвитку рослин, особливо на початкових етапах. Більш суттєву різницю між цими варіантами виявлено у фазу цвітіння. У варіантах з використанням  $P_{35}$  сумісно із  $Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$  ЛІ був меншим на 2,42 (оброблення Атоніком Плюс) та на 1,40 (Босфоліаром Келп) порівняно до аналогічних показників варіантів лише з НРК. За збільшення норми фосфорних добрив до  $P_{105}$  з додаванням кальцію, магнію та бору показники ЛІ зменшилися на 2,71 за оброблення Атоніком Плюс і на 1,27 – Босфоліаром Келп відносно варіантів тільки з НРК.

Застосування рідких комплексних добрив у нормі  $P_{105}$  на фоні азотно-калійних ( $N_{120}K_{180}$ ) забезпечувало збільшення чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) відносно варіантів без добрив. Так, на початку фази бутонізації в контролі ЛІ незалежно від препарату для оброблення бульб сягав меж 0,49-0,52, що сприяло досягненню рівня ЧПФ 8,17-9,00 г/м<sup>2</sup> за добу (рис. 1, 2). За норми  $P_{105}$  цей показник підвищувався на 10,5 г/м<sup>2</sup> за добу за оброблення бульб Атонік Плюс (рис. 1) та на 8,90 – Босфоліар Келп (рис. 2) порівняно з варіантом без застосування добрив. У цей період ЛІ досягав меж 0,87-0,94.

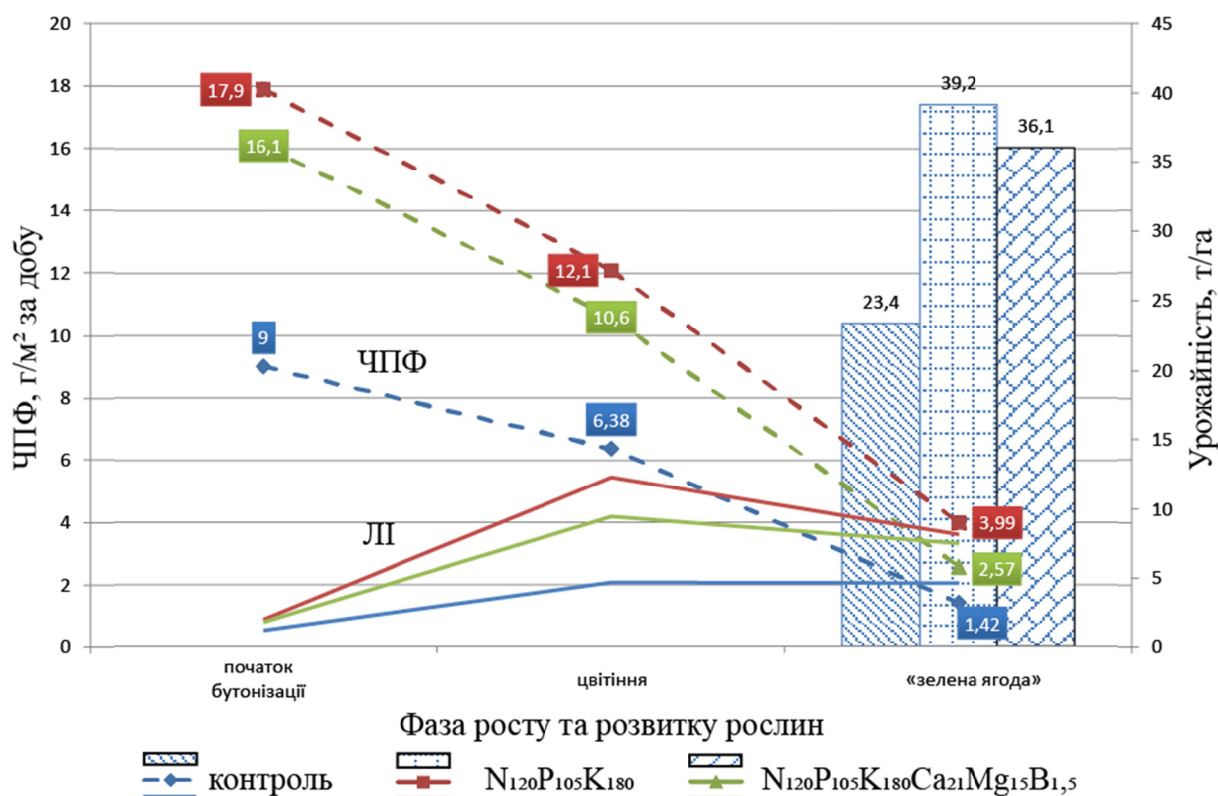


**Рис. 1. Залежність ЧПФ та величини ЛІ рослин упродовж періоду вегетації картоплі столової від системи удобрення за оброблення бульб Атоніком Плюс, середнє за 2015-2016 рр.**

Уведення до системи удобрення добрив з кальцієм, магнієм та бором зумовило зниження ЧПФ на початку фази бутонізації (на 3,30 г/м<sup>2</sup> за добу за

оброблення Атонік Плюс та 1,80 – Босфоліаром Келп) порівняно з варіантом, де вносили тільки НРК. Слід відзначити, що показники ЛП у цих варіантах суттєво між собою не відрізнялись і коливалися в межах 0,39-0,43. Це обумовлено можливим зв'язуванням фосфору кальцієм. Наслідком цього процесу є зменшення кількості засвоюваного фосфору рослинами.

Від початку бутонізації до фази цвітіння ЧПФ поступово знижувалася, а ЛП зростав. У варіантах без добрив ЛП становив 2,72 за оброблення бульб Атоніком Плюс і 2,07 – Босфоліаром Келп. Продуктивність фотосинтезу в цей період коливалася в межах 6,38-6,78 г/м<sup>2</sup> за добу. Зниження ЧПФ, у зазначених вище варіантах, порівняно з початком фази бутонізації досягало рівня 1,63 г/м<sup>2</sup> за добу за оброблення бульб Атоніком Плюс і на 2,62 – Босфоліаром Келп, а у варіантах з використанням рідких фосфорних добрив (P<sub>105</sub>) - 4,20 г/м<sup>2</sup> за добу за оброблення Атоніком Плюс і 5,80 – Босфоліаром Келп.



**Рис. 2. Залежність ЧПФ та величини ЛП рослин упродовж періоду вегетації картоплі столової від системи удобрення за оброблення бульб Босфоліар Келп, середнє за 2015-2016 рр.**

Оброблення бульб Атоніком та використання рідких фосфорних добрив у нормі P<sub>105</sub> сприяли досягненню ЛП у фазу цвітіння рівня 6,26 та ЧПФ – 14,5 г/м<sup>2</sup> за добу. За оброблення Босфоліаром Келп ЛП досягав рівня 5,46, а ЧПФ – 12,1 г/м<sup>2</sup> за добу, що свідчить про більш ефективну роботу листового апарату за використання першого препарату.

Уведення до системи удобрення добрив з кальцієм, магнієм та бором сприяло досягненню ЧПФ у фазу цвітіння на рівні 9,67-10,6 г/м<sup>2</sup> за добу за

показника ЛІ - 3,55-4,19. У фазу «зеленої ягоди» ці показники знизилися до рівня 2,31-2,57 г/м<sup>2</sup> за добу та 3,32 відповідно. У цю фазу чиста продуктивність фотосинтезу у варіантах без застосування добрив знизилася до рівня 1,19-1,42 г/м<sup>2</sup> за добу та 3,99-4,22 г/м<sup>2</sup> за добу за використання норми Р<sub>105</sub> порівняно до попереднього періоду. Таке різке зниження ЧПФ пояснюється активним відтоком продуктів фотосинтетичної діяльності до бульб. У фазу «зеленої ягоди» відмічалася наступна тенденція: у варіантах без добрив показники ЧПФ були нижчими, що обумовлювало більш низькі темпи накопичення кількості сухої речовини, і відповідно, формування більш низького рівня врожаю. Зокрема, у обох контролях урожайність становила 22,2-23,4 т/га, а у варіантах із застосуванням рідких фосфорних добрив у нормі Р<sub>105</sub> з Са<sub>21</sub> Mg<sub>15</sub>В<sub>1,5</sub> - 36,1 т/га. Більш продуктивними в цьому аспекті виявився вплив застосування рідких фосфорних добрив у нормі Р<sub>105</sub> на фоні N<sub>120</sub>K<sub>180</sub> (ЧПФ – 4,22 г/м<sup>2</sup> за добу, ЛІ – 3,92, урожайність - 42,6 т/га). Це можливо пов'язано з більш ефективним функціонуванням фотосинтетичної поверхні рослин, що обумовлювало інтенсивніші темпи накопичення сухої речовини.

**Висновки.** Застосування РКД 11-37 у нормі Р<sub>105</sub> на фоні N<sub>120</sub>K<sub>180</sub> у поєднанні з передпосадковим обробленням бульб рістстимулюючим препаратом Атонік Плюс оптимізувало площу листового апарату у критичні фази росту і розвитку рослин картоплі столової (ЛІ становив 0,94-6,26), підвищувало ефективність функціонування листової поверхні (ЧПФ досягав меж 4,22-18,7 г/м<sup>2</sup> за добу) та обумовило отримання високого рівня врожайності (42,6 т/га).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

**Малиновский В. И.** Физиология растений: учебн. пособ. / В. И. Малиновский. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2004. – 106 с.

*Malynovskiy V. Y., 2004, "Plant Physiology", tutorial, Vladivostok, Yzd-vo DVHU, 106 p.*

**Кошкин Е. И.** Частная физиология полевых культур / Е. И. Кошкин, Г. Г. Гатаулина, А. Б. Дьяков. – Москва: Колос, 2005. – 344 с.

*Koshkyn E. Y., Hataulyna H. H., Diakov A. B., 2005, "Private physiology of field crops", Moscow, Kolos, 344 p.*

**Кучко А. А.** Физиология та біохімія картоплі / А. А. Кучко. – Київ: Довіра, 1998. – 335 с.

*Kuchko A. A., 1998, "Physiology and Biochemistry of Potatoes", Kyiv, Dovira, 335 p.*

**Ничипорович А. А.** О фотосинтезе растений / А. А. Ничипорович. – Москва: Правда, 1948. – 31 с.

*Nychyporovych A. A., 1948, "About Photosynthesis of Plants", Moscow, Pravda, 31 p.*

**Бикіна Н. М.** Вплив умов живлення на активність фізіологічних процесів картоплі столової [Електронний ресурс] / Н. М. Бикіна // Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of development 2016: міжнар. наук-практ. конф. 11-18 жовт. 2016 р.: тези доп. – Одеса, 2016. – Режим доступу: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/agriculture-316/agriculture-animal-husbandry-and-forestry-316/28200-316-109>.

*Bykina N. M., 2016, "Influence of nutritional conditions on the activity of physiological processes of potato dining", Electronic resource, Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of development 2016: mizhnar. nauk-prakt. konf. 11-18 zhovt. 2016 r.: tezy dop., Odesa, Access mode: http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/agriculture-316/agriculture-animal-husbandry-and-forestry-316/28200-316-109.*