UDC 631.8:635.1

DETERMINATION OF AN EFFECTIVE PIPE FERTILIZATION SYSTEM (IPOMOEA BATATAS) FOR INTENSIVE AND ORGANIC GROWING TECHNOLOGIES IN CONDITIONS FOREST STEPPE OF UKRAINE

Shevchenko S.V.
Donetsk Research Station of the Institute of Vegetable and Melon growing of NAAS of Ukraine
Lermontova entrance, 5, vill. Selectionnaya, Kharkiv region, Ukraine, 62478
E-mail: donds.iob@gmail.com
https://doi.org/10.32717/0131-0062-2021-70-80-89

Aim. To further establish the influence of different fertilizer systems on the biometric parameters of plants during the whole growing season, yield and quality of tubers for growing in the Forest Steppe of Ukraine. **Methods:** field, laboratory and statistical studies. **Results.** The results of the efficiency of using different types of fertilizers and microbial preparations in the technology of growing sweet potatoes (Ipomoea batatas) in the Forest Steppe of Ukraine were presented. The positive effect of the use of mineral fertilizers on the growth processes of sweet potato plants was proved, especially in the first half of the growing season. With the use of organic fertilizers, an active increase in leaf and stem mass was observed in the second half of the growing season, which was associated with the gradual entry of nutrients into the soil solution with slow mineralization of organic matter. The maximum increase in the area of sweet potato leaves was observed for 40-70 days after planting. In the third decade of June, at the beginning of branching of sweet potato shoots without the use of fertilizers formed a minimum leaf area (1.68 ths. m^2/ha). For the use of fertilizers, this figure was 2.75-4.54 ths. m^2/ha, depending on the types and doses of fertilizers for sweet potato Slobozhanskyi rubin maximum yield provided the introduction of N370P370K450 in combination with foliar fertilizers "Nutrivant plus universal" (20.65 t/ha). The application of N185P185K225 also had a positive effect, providing a yield of 18.34 t/ha. For the Admiral variety, the maximum level of yield was obtained with the use of organic fertilizers, ash and a complex of microbial preparations (10.45 t/ha). **Conclusions.** The use of mineral fertilizers has led to an active increase in vegetative and root mass, the area of the leaf apparatus of sweet potato plants throughout the growing season of sweet potato. Intensive development of plant roots in the second half of the growing season and inhibition of leaf-stem mass formation processes were noted for the use of organic fertilizers. Therefore, for the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine for intensive sweet potato growing technologies it is better to use the dose of mineral fertilizers N185P185K225, which provides a yield increase of 19.37-19.64 t/ha (12.0-24.7%). For organic production technologies for the variety Slobozhanskyi rubin it is more effective to use 20 t/ha of humus and 1 t/ha of ash, for the variety Admiral - in combination with microbial preparations, which provides a yield increase of tubers at the level of 9.79-10.45 t/ha (30.9-39.7%), respectively.

Key words: sweet potato, fertilizer system, nutrients, yield, biochemical composition of tubers.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ БАТАТА (*IPOMOEA BATATAS*) ДЛЯ ІНТЕНСИВНИХ ТА ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Шевченко С.В.
Донецька дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва НААН України
в'їзд Лермонтова, 5, сел. Селекційне, Харківської обл., Україна, 62478
E-mail: donds.iob@gmail.com

Мета. Встановити вплив різних систем удобрення на біометричні параметри рослин протягом всього періоду вегетації, урожайність та якість бульб за вирощування в умовах Лісостепу України. **Методи:** польові, лабораторні та розрахунково-статистичні дослідження. **Результати.** Наведено результати ефективності використання різних видів добрив та мікробних препаратів в технології вирощування батату (*Ipomoea batatas*) в умовах Лісостепу України. Доведено позитивну дію використання мінеральних добрив на ростові процеси рослин батату, особливо в першій половині вегетації. За використання органічних добрив активне наростання листко-стебельної маси зазначається в другій

половині вегетації, що, більш за все пов'язане з поступовим надходженням елементів живлення до ґрунтового розчину за повільної мінералізації органічної речовини. Максимальне наростання площі листків батату відмічається на 40–70 день після висадки розсади. В третій декаді червня на початку розгалуження пагонів батату без використання добрив сформувалась мінімальна площа листків (1,68 тис. м^2/га), за використання добрив даний показник складав 2,75–4,54 тис. м^2/га в залежності від видів та доз добрив для сорту батату Слобожанський рубін максимальний рівень урожйності забезпечує внесення $N_{370}P_{370}K_{450}$ в комплексі з позакореневими підживленнями «Нутрівант плюс універсальний» (20,65 т/га), також позитивний вплив мало застосування $N_{185}P_{185}K_{225}$, що забезпечило врожайність 18,34 т/га. Для сорту Адмірал максимальний рівень урожайності отримано за використання органічних добрив, золи та комплексу мікробних препартів (10,45 т/га). **Висновки.** Використання мінеральних добрив зумовлює активне наростання вегетативної та кореневої маси, площі листкового апарату рослин батату впродовж всієї вегетації батату. За використання органічних добрив зазначається інтенсивне розвинення коренів рослин в другій половині вегетації та гальмування процесів формування листо-стебельної маси. Отже, для умов Лівобережного Лісостепу України для інтенсивних технологій вирощування батату краще використовувати дозу мінеральних добрив $N_{185}P_{185}K_{225}$, що забезпечує зростання урожайності на 19,37-19,64 т/га (12,0–24,7%). Для технологій органічного виробництва для сорту Слобожанський рубін більш ефективним є застосування перегною 20 т/га та зола 1 т/га, для сорту Адмірал – у комплексі з мікробними препаратами, що забезпечує отримання прирост урожайності бульб на рівні 9,79-10,45 т/га (30,9-39,7%) відповідно.

Ключові слова: батат, система удобрення, елементи живлення, урожайність, біохімічний склад бульб.

Вступ. Батат (*Ipomoea batatas*) характеризується високим рівнем урожайності та підвищеною поживно-лікувальною цінністю. Бульби батату містять велику кількість калію, антиоксидантів (особливо в сортах з помаранчевим та фіолетовим м'якушем), фолієву кислоту та вітаміни групи В, А і С; залізо, фосфор, кальцій, магній. В бататі багато складних вуглеводів і клітковини, тому його рекомендують вживати людям, що хворі на цукровий діабет, та спортсменам-атлетам. Вживання батату сприяє підвищенню імунітету, регулює тиск, знімає стрес, корисне для зору.

Аналіз огляду останніх досліджень та публікацій. Середня загальна урожайність батату у світі становить в 15 т/га *(FAOSTAT, 2016)*. Найкращі сорти батату забезпечують формування урожайності батату на рівні до 32,3 т/га *(Yang G., Jeong-Byeong C.H, Oh-Yong B., and Cho-Soo Y., 1999)*. Вирощування культури на родючих ґрунтах з використанням зрошення та оптимальних доз добрив сприяє приросту урожайності бульб батату на рівні 30-73 т/га *(Njoku J.C., Okpara D.A., Asiegbu J. E., 2001)*. За даними Agbede та Adekiya *(Agbede T.M., Adekiya A.O., 2011)* урожайність культури на бідних ґрунтах коливається в межах від 13,1 до 15,4 та/га. У центрально-східній Польщі на бурому ґрунті Krochmal-Marczak та Sawicka отримували урожайність батату 28,3 та/га *(Krochmal-Marczak B., Sawicka B., 2009)*.

Забезпеченість азотом є дуже важливим фактором отримання високої врожайності культури. Але азот відноситься до доволі дорогих ресурсів у рослинництві. Таким чином, ефективне використання азоту виробниками сільськогосподарської продукції з обмеженим ресурсом є дуже важливою частиною успішної системи управління родючістю ґрунтів та формування урожайності рослини. В дослідженнях на піщано-суглинковому ґрунті Станції сільськогосподарських експериментів Джорджа Вашингтона застосування азотних добрив мало максимальний вплив на збільшення урожайності культури, особливо за вирощування пізньостиглих сортів *(Ankumah R. O., KhanV., MwambaK., Kpomblekou K., 2003)*.

Багато вчених відмічають низьку ефективність фосфорних добрив за вирощування батату. Доза 25-50 кг P_2O_5 вважається оптимальною для культури *(Akinrinde E.A., Obigbesan G.O., 2006, Kolo Matthew Tikpangi, Salihu Simon Olonkwoh, 2015, Edem I. Dennis, Rosemary A. Essien, Utibe-Abasi H. Udoh)*. Деякі дослідники взагалі зазначають, що ефективність внесення фосфорних добрив часто не виправдовує витрати (Popovich M., Dzyuba I., Korninko N., 2001).

Obigbesan та інші (1976) *(Obigbesan G.O., Agboola, A.A., Fayemi A.A., 1976)* вказують на той факт, що ефективність фосфорних добрив за вирощування батату вже відмічається на ґрунтах з вмістом рухомих форм фосфору менше 10 мг/кг. За даними Hassan та інші фосфо-

рні добрива мають позитивний вплив як на рівень загальної та товарної урожайності бульб, так і вміст в бульбах сухої речовини, середню масу та діаметр бульби *(Hassan M.A., El-Seifi S.K., Omar E.A., Saif EI-Deen U.M., 2005)*.

Калій є одним з основних ключових елементів живлення рослин батату, що приймає активну участь в синтезі і транслокації вуглеводів з листків до коріння. Ряд дослідників рекомендують використовувати під батат помірні дози калію (75-100 кг/га). Проте, в Китаї батат реагував істотним збільшенням урожайності на дози калію 300 кг/га. Було виявлено, що складові формування якості бульб батату, такі як крохмаль і вміст білка збільшується з підвищенням рівня забезпеченості рослин калієм.

Ряд дослідників зазначає, що вплив добрив на урожайність батата істотно залежить від сорту, типу ґрунту та кліматичних умов *(Qwudike U.S., 2010, Ali M.R., Costa D.J., Sayed M.A., 2009)*. Відмічається також залежність ефективності добрив від технологічного рівня вирощування батату *(O'Sullivan J.N., Asher, C.J., Blamey F.P., 1997)*.

Батат має високі вимоги до азотного живлення, але може забезпечити відносно нормальні врожаю навіть на ґрунтах з низькою родючістю *(Abd El-Baky M.H., Ahmed A.A., Faten S., Abd El-Aal, Salman S.R., 2009)*. Часто даний факт пояснюється здатністю фіксувати атмосферний азот з асоціативними (не бульбочковими) бактеріями. Даним шляхом може бути отримано до 40% азоту, що споживає батат *(Hill W.A., Dodo H., Hahn S.K., Mulongoy K., Adeyeye S.O., 1990)*.

Зазначено, що азотні добрива зумовлюють підвищення урожайності вегетативної маси рослин батату, тоді як вплив на урожайність бульб істотно різнилась за погодних умов та ґрунту. Калійні добрива майже не впливають на збільшення вегетативної маси рослин, але мають істотний вплив на урожайність бульб та їх кількість в кущі *(Yoneyama T., Terakado J., Masuda T., 1998, Bourke R.M., 1977)*.

В зоні листяних лісів Гани рослини батату добре реагують на застосування калійних добрив *(Hartemink A.E., Johnston M., O'Sullivan J.N., Poloma S., 2000)*. В умовах Нігерії *(Dumbuya G., Sarkodie-Addo J., Daramy M. A., Jalloh M., 2017, de Geus J.G., 1973)* використання норми калійних добрив 160 кг/га забезпечувало формування максимального об'єму вегетативної маси, кількості листків та пагонів на рослині, тоді як суха маса вегетативної маси, діаметр та маса бульб з однієї рослини були рівні за використання калійних добрив з нормами 120 і 160 кг/га. Загальна урожайність бульб за внесення 120 та 160 кг/га калійних добрив зростала в 7 та 8 разів відповідно відносно контролю.

Ефективним в технологічних схемах вирощування батату є також використання органічних добрив. В умовах північного сходу Бразилії (Експериментальна станція ЕМЕРА в Лагоа-Сека) за вирощування батату сорту 'White Queen' використання перегною великої рогатої худоби в кількості 30 т/га забезпечувало отримання загальної урожайності бульб на рівні 17,4 т/га, урожайності товарних бульб – 13,1 т/га *(Sokoto M.B., Magaji M.D., Singh A., 2007)*. За даними Galbiatti et al. більша продуктивність батату, отримана завдяки використанню рідких органічних добрив, визначається збалансованим надходженням макро- та мікроелементів, з більш тривалим періодом контакту між коренем та добривом (Oliveira A.P., *et al., 2010)*.

Мета і завдання дослідження – встановити вплив різних систем удобрення на біометричні параметри рослин протягом всього періоду вегетації, урожайність та якість бульб за вирощування в умовах Лісостепу України.

Методика та вихідний матеріал. Дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. на Донецькій дослідній станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН (с. Селекційне, Харківська обл., р-н.) відповідно до загальноприйнятих методик *(Yakovenko K. I., 2001; Dospekhov B. A., 1985)*.

Дослід двофакторний. Фактор А – сорти батату (Слобожанський рубін та Адмірал), фактор В – різні системи удобрення батату:

1. Без добрив (контроль)
2. $N_{185}P_{185}K_{225}$
3. $N_{370}P_{370}K_{450}$
4. $N_{370}P_{370}K_{450}$+ позакореневі підживлення комплексним добривом «Нутрівант плюс універсальний» 2 кг/га в 3 строки (в третіх декадах червня та липня, в другій декаді серпня).
5. Перегній 20 т/га + зола 1 т/га
6. Перегній 20 т/га + зола 1 т/га + обробка ґрунту до посадки ґрунтовим біодобривом «Граундфікс» (3 л/га) + за першої фертигації мікробний препарат «Азотофіт» (1 л/га) + за другої фертигації мікробний препарат «Органік баланс» (1 л/га) + позакореневі підживлення «Help-rost для овочевих рослин» 2 л/га в 3 строки

В дослідженнях було використано наступні добрива та мікробні препарати:

«Нутрівант плюс» – лінійка комплексних добрив для позакореневих підживлень, до складу якого входить прилипач «фертивант», що розкладається 30 діб. «Нутрівант плюс універсальний» містить N – 18%, P_2O_5 – 18%, K_2O – 18%, MgO – 2%, Mn – 0,02%, Zn – 0,01%, Cu – 0,0025%, Fe – 0,04%, Mo – 0,0025%. Виробник – «Агровант ЛТД» (Ізраїль).

«Граундфікс» – ґрунтове біодобриво, що містить клітини бактерій *Bacillussubtilis, Bacillusmegateriumvar. phosphaticum, Azotobacterchroococcum, Enterobacter, Paenibacilluspolymyxa*. Загальне число життєздатних клітин $(0,5 – 1,5)x10^9$ КУО/см^3. Біодобриво забезпечує підвищення рухомості фосфору та доступності калію з ґрунту та мінеральних добрив, пролонгує доступність поживних елементів; покращує біологічну активність ґрунту та пригнічує розвиток фітопатогенів.

«Азотофіт» – мікробний препарат, що містить клітини природної азотфіксуючої бактерії *Azotobacter chroococcum*, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій (амінокислоти, вітаміни, фітогормони, фунгіцидні речовини). Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцента не менше $1×10^{10}$ КУО/см^3.

«Органік баланс» – мікробний препарат для сприяє покращенню росту сільськогосподарських культур, стійкості до стресів, хвороб та збалансованого живлення. Містить бактерії: азотфіксуючі; фосфор- та каліймобілізуючі; мікроорганізми з фунгіцидними властивостями; компоненти поживного середовища (макро-,мікроелементи та органічні джерела живлення). Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцентів не менше $1,0x10^9$ КУО/см^3.

«HelpRost для овочевих рослин» – комплексне добриво, в якому елементи живлення хелатовані мікроорганізмами (SO_3 – 0,45 г/л; P_2O_5 – 6,7; K_2O – 4,7; MgO – 0,78; Fe – 0,5, Mn – 0,5, Zn – 0,73, Mo – 0,1, B – 0,36, Cu – 0,2 г/л), наявні амінокислоти (16 г/л), полісахариди (1,5 г/л), вітаміни (0,05 г/л), забезпечує зростання швидкості засвоєння елементів живлення, стимулюючий ефект за рахунок наявних фітогормонів, сумісність з більшістю ЗЗР, ефективне подолання різних абіотичних стресів.

Загальна площа ділянки становила 33,6 м^2, облікова – 21 м^2, повторність – триразова. В дослідженні батат вирощували за краплинного зрошення, схема посадки (100+40)х25 см та мульчування ґрунту соломою.

Результати досліджень та їх обговорення. Було проаналізовано зміну основних біометричних параметрів рослин батату (загальна маса, маса листків, стебел та коренів) в динаміці за основних таких систем удобрення – контроль, мінеральна ($N_{370}P_{370}K_{450}$) та органічна (перегній 20т/га і зола 1 т/га). Зазначено, що починаючи з ранніх етапів росту та розвитку рослин батату (червень) найбільша загальна маса рослин формується за використання мінеральної системи удобрення (рис. 1). При цьому середня маса рослин становила 161 г/рослину, за використання органічних добрив – 84 г, на контролі – 74 г/рослину. Дана тенденція відмічається і за подальшого росту і розвитку рослин батату.

Також було зазначено, що за органічної системи удобрення накопичення середньої маси рослин йде повільно в початкові періоди росту і пришвидшується на кінець вегетації, що, на нашу думку, пов'язано з повільною мінералізацією органічної речовини перегною і формуванням оптимального поживного режиму ґрунту в більш пізні періоди розвитку рослин батату.

За аналізу динаміки формування маси коренів батату (рис. 2) встановлено, що на початку вегетації (червень) маса коренів найбільша за використання органінчих добрив (25 г/рослини), при значенні даного показнику на контролі 8 г/рослини.

В подальшому відмічається істотне зростання маси коренів за мінеральної (137 г/рослини), і дещо менший рівень – за органічної системи удобрення (97 г/рослини).

В той час на кінець вегетації різниця за органічної системи удобрення маса коренів батату сягає 469г/рослини, за мінеральної – 601 г/рослину, без добрив – 392 г/рослину, що свідчить про високий позитивний вплив на формування маси коренів культури мінеральних добрив.

Зазначено, що починаючи з ранніх етапів росту та розвитку рослин батату (червень) стеблова маса рослин батата за мінеральної системи удобрення становила 37 г/рослини, за органічної системи удобрення 38 г/рослини, що значно відрізняється від контролю з показником 17 г/рослини (рис. 3).

Та вже в середині періоду росту та розвитку рослини відмічаємо динамічний приріст стеблової маси за мінеральної системи удобрення (280 г/рослини), в той час, як за органічної системи стеблова маса становила 242 г/рослини, контроль – 223 г/рослини.

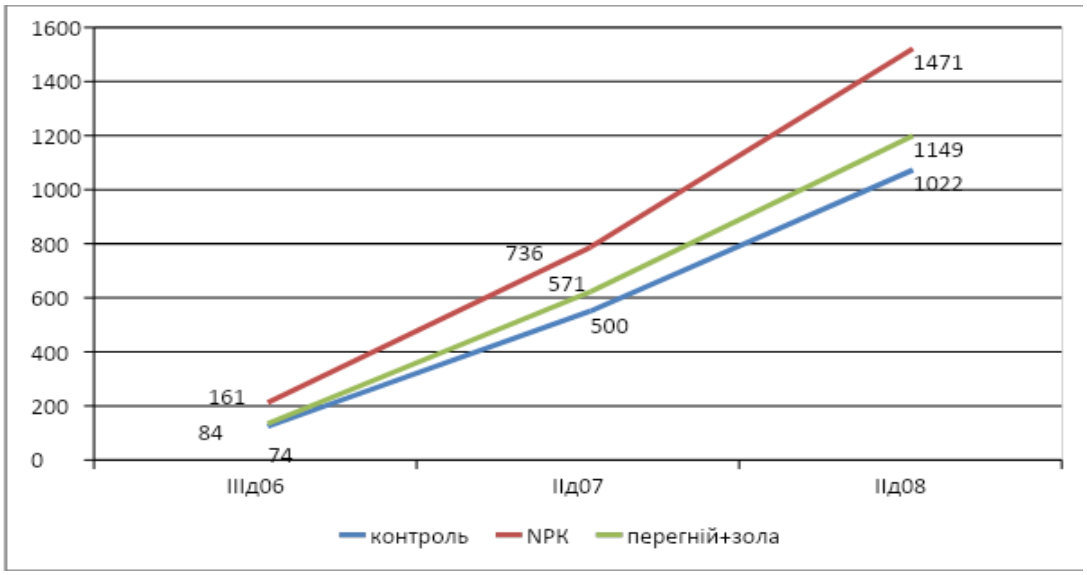


Рис. 1. Вплив різних систем удобрення на динаміку формування загальної маси рослин батату сорту Слобожанський рубін, г/рослину (середнє за 2019-2021 рр.)

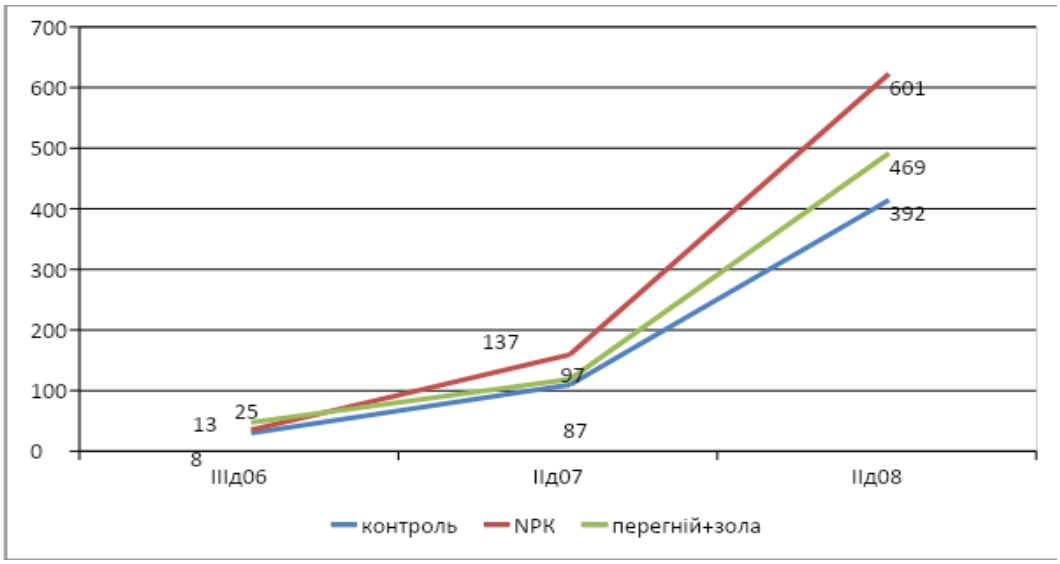


Рис. 2. Вплив різних систем удобрення на динаміку формування маси коренів батату, г/рослину сорту Слобожанський рубін (середнє за 2019-2021 рр.)

На кінець вегетації уповільнюється наростання стеблової маси за внесення мінеральних добрив, тоді як ріст стебел на контролі та за використання органічних добрив триває і становить 254 та 314 г/рослини відповідно. Тобто, на нашу думку, формування умов живлення за внесення органічних добрив зумовлює оптимальне забезпечення рослин батату поживними елементами в другій половині вегетації, що викликає продовження процесів формування стеблової маси. За мінеральної системи удобрення рослина починає витрачати ресурси на формування бульб.

Було проаналізовано вплив різних систем удобрення на динаміку формування листової маси рослин батату (маса листків) в динаміці за основних систем удобрення (рис. 4). Визначено, що починаючи з ранніх етапів росту та розвитку рослин батату (червень) найбільша листкова маса рослин формується за використання мінеральної системи удобрення. При цьому середня листкова маса рослин становила 112 г/рослину, за використання органічних добрив – 58 г, на контролі – 49 г/рослину. Також відмічено, що за подальшого розвитку рослини зберігається дана тенденція.

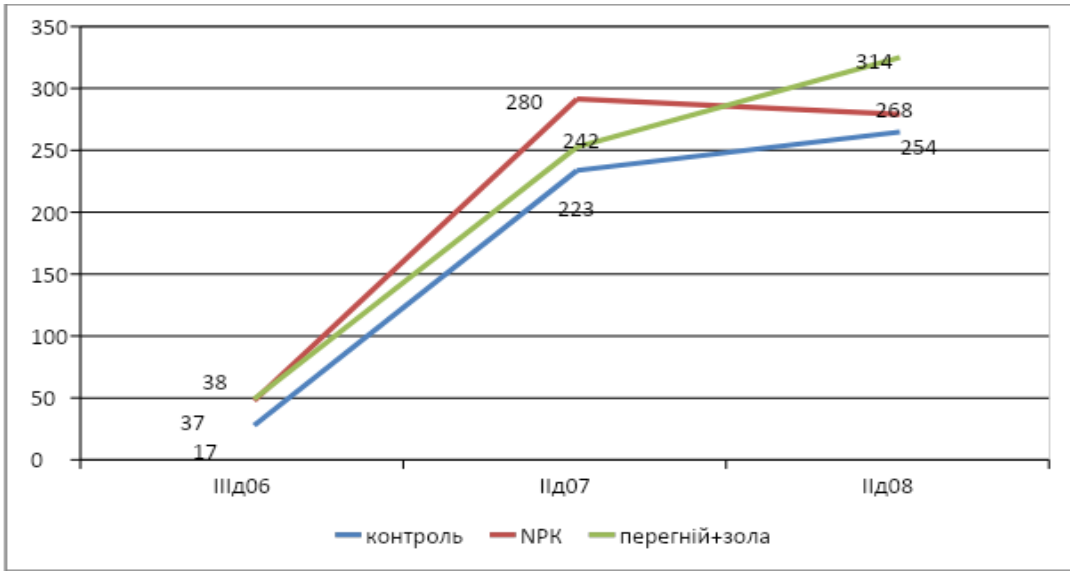


Рис. 3. Вплив різних систем удобрення на динаміку формування стеблової маси рослин батату, г/рослину сорту Слобожанський рубін (середнє за 2019-2021 рр.)

Утворення органічної речовини відбувається завдяки процесу фотосинтеза, а інтенсивність такого процесу в певній мірі залежить від фотосинтетичної активності рослини. Головною умовою високої фотосинтетичної діяльності рослин в посівах сільськогосподарських культур є створення оптимальної площі листків *(Shakhov A.A., 1993, Nichiporovich A.A., Asrorov K.A., 1971, Nozimov K., Akramov U., Nimadzhanova K.N., 2000, Akramov U.Kh., Nimadzhanova K.N., Abdullaev A.A., 2003, Akramov U.Kh., Nimadzhanova K.N., Abdullaev A.A., 2003, Abdullaev A., et al., 2004, Posypanov G.S., et al., 2015).*

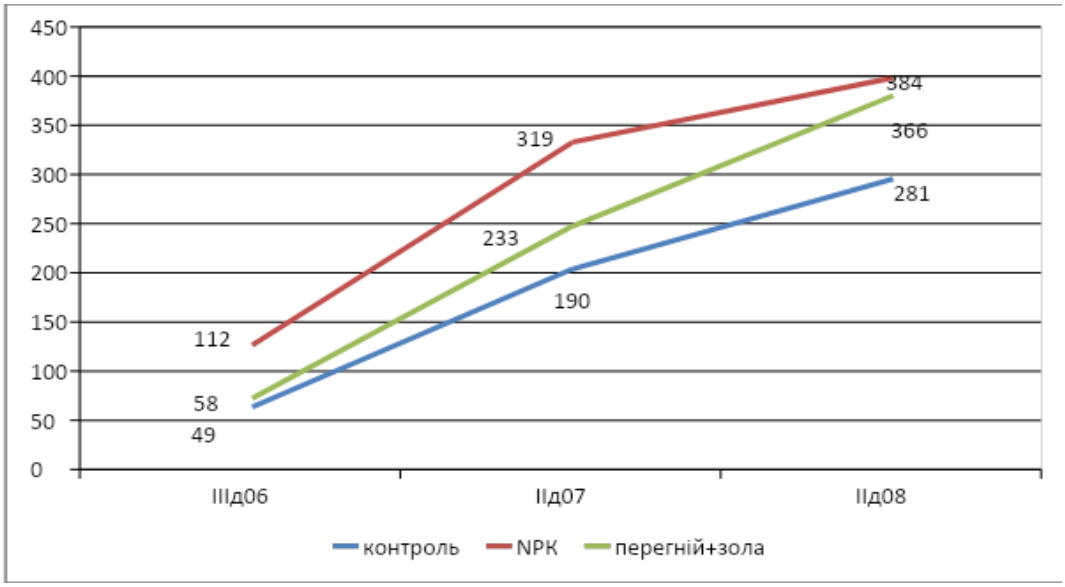


Рис. 4. Вплив різних систем удобрення на динаміку формування листкової маси рослин батату сорту Слобожанський рубін, г/рослину (середнє за 2019-2021 рр.)

За результатами наших досліджень визначено, що максимальне наростання площі листків рослин батату відмічається на 40–70 день після висадки розсади у відкритий ґрунт (рис. 5). В третій декаді червня на початку розгалуження пагонів батату без використання добрив сформувалась мінімальна кількість листків батату, що забезпечує формування площі листкового апарату об'ємом 1,68 тис. м^2/га. Застосування добрив зумовлює формування більш розвиненого листкового апарату рослин з площею 2,75–4,54 тис. м^2/га в залежності від використання мінеральних або органічних добрив.

В подальшому рівень зростання площі листків залежав від систем удобрення та набував максимального значення в третій декаді липня за використання мінеральних добрив $N_{370}P_{379}K_{450}$ (23,20 тис. м^2/га). Використання перегною та золи зумовлювало формування площі листків на рівні 18,79 тис. м^2/га, що було також вище контролю без добрив (12,84 тис. м^2/га).

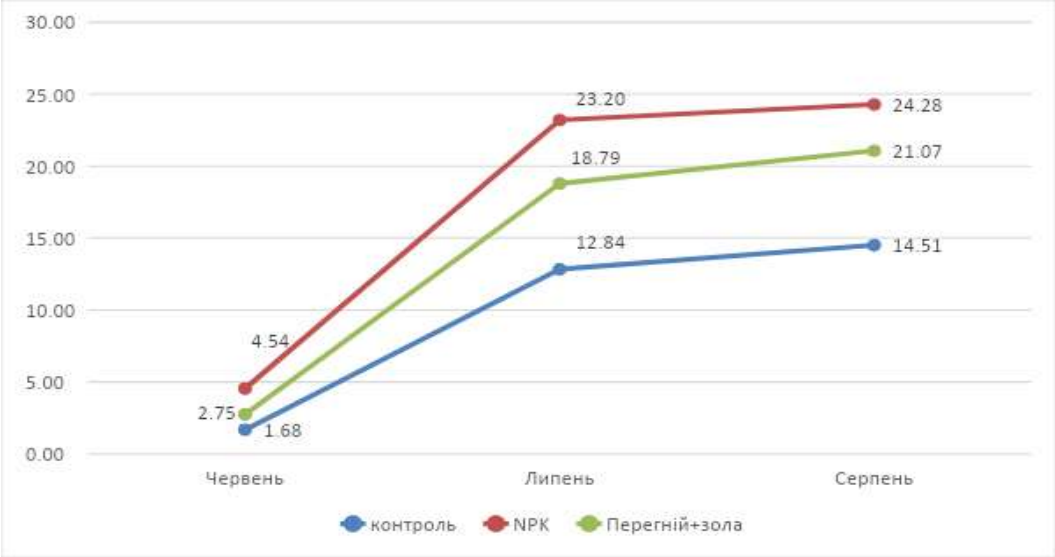


Рис. 5. Вплив різних систем удобрення на площу листків рослин батату сорту Слобожанський рубін, тис. м^2/га (середнє за 2019-2021 рр.)

В період наростання бульбоплоду (третя декада липня – третя декада серпня) площа листкової поверхні майже не зростає, окрім варіанту з використанням перегною та золи, де даний показник в третій декаді серпня становив 21,07 тис. м^2/га. В даний період застосування мінеральних добрив зумовлює формування площі листкового апарату на рівні 24,28 тис. м^2/га, тоді як без добрив даний параметр складав 14,51 тис. м^2/га.

Застосування мінеральних та органічних добрив за рахунок покращення поживного середовища ґрунту забезпечувало збільшення показників врожайності та позитивний вплив на біохімічні склад продукції батату. Для сорту батату Слобожанський рубін максимальний рівень урожйності зазначається за внесення $N_{370}P_{370}K_{450}$ в комплексі з позакореневими підживленнями «Нутрівант плюс універсальний»; урожайність за такої системи складає 20,65 т/га (табл 1). Але більш ефективним є використання дози добрив $N_{185}P_{185}K_{225}$, так як збільшення дози з $N_{185}P_{185}K_{225}$ до $N_{370}P_{370}K_{450}$, а також додаткове підживлення комплексними добривами не забезпечують істотного приросту урожайності культури.

Застосування органічної системи удобрення (20 т/га перегною та 1 т/га золи) забезпечує підвищення загальної урожайності бульб до 19,64 т/га, тоді як додаткове застосування комплексу мікробних препаратів не сприяє збільшенням урожайності (19,37 т/га).

Проаналізувавши біохімічний склад бульб батата сорту Слобожанський рубін (таб. 1), вирощених за різних систем удобрення, було встановлено, що найкращий вплив мали органічні добрива з додаванням мікробних препаратів. За такої системи удобрення збільшився показник вмісту сухої речовини в бульбах (17,25%), крохмалю (9,47%), відмічено низький показник вмісту нітратів (28,5 мг/кг). За мінеральної системи удобрення $N_{370}P_{370}K_{450}$ із засто-

суванням комплексних добрив істотно зростав вміст сухої речовини (16,69%), разом з тим показник вмісту нітратів був найвищий по досліду (57,7 мг/кг). Органічні добрива без додавання мікробних препаратів не мали істотного впливу на поліпшення біохімічного складу бульб батата.

Таблиця 1. – Вплив різних систем удобрення на якість бульб батату сорту Слобожанський рубін (середнє за 2019-2021 рр.)

Система удобрення	Врожайність бульб, т/га	Вміст в бульбах, %				
		суха речовина	загальний цукор %	вітамін С, мг/100г	крохмаль	нітрати, мг/кг
Без добрив (контроль)	14,71	16,30	4,29	4,93	9,12	14,27
$N_{185}P_{185}K_{225}$	18,34	14,51	3,97	4,63	8,64	35,45
$N_{370}P_{370}K_{450}$	18,08	16,19	3,21	4,16	8,77	57,70
$N_{370}P_{370}K4_{50}$ + «Нутрівант плюс універсальний»	20,65	16,69	3,23	4,35	8,90	50,95
Перегній 20 т/га + зола 1 т/га	19,64	16,68	3,84	4,14	8,07	45,45
Перегній 20 т/га + зола 1 т/га + мікробні препарати	19,37	17,25	3,88	4,34	9,47	28,50
$НІР_{0,95}$ за роками	3,6; 3,8; 4,5	1,34; 1,76; 2,03	0,43; 0,45; 0,9	0,55; 0,47; 0,67	0,76; 0,83; 0,85	6,4; 5,12; 7,2

За вирощування батату сорту Адмірал використання добрив забезпечує зростання урожайності бульб, але взагалі урожайність даного сорту істотно нижча за урожайність сорту Слобожанський рубін (табл. 2).

Таблиця 2. – Вплив різних систем удобрення на урожайність та якість бульб батату сорту Адмірал (середнє за 2019-2021рр.)

Система удобрення	Врожайність бульб, т/га	Вміст в бульбах, %				
		суха речовина	загальний цукор %	вітамін С, мг/100г	крохмаль	нітрати, мг/кг
1. Без добрив (контроль)	7,48	24,82	3,62	4,24	12,81	23,60
2. $N_{185}P_{185}K_{225}$	8,38	24,83	3,39	3,78	12,85	26,20
3. $N_{370}P_{370}K_{450}$	8,72	24,70	2,88	4,97	14,41	63,75
4. $N_{370}P_{370}K_{450}$ + «Нутрівант плюс універсальний»	9,25	25,70	2,65	4,78	14,92	62,50
5. Перегній 20 т/га + зола 1 т/га	9,79	23,99	2,62	4,43	13,81	56,80
6. Перегній 20 т/га + зола 1 т/га + мікробні препарати	10,45	25,95	3,22	4,82	15,11	37,75
$НІР_{0,95}$ за роками	2,2; 2,04; 0,85	2,11; 3,53; 2,05	0,37; 0,66; 0,72	0,48; 0,62; 0,52	1,32; 4,39; 3,25	7,24; 5,12; 6,9

Даний сорт також не дуже відгукується на застосування високих доз мінеральних добрив. Максимальний рівень урожайності (10,45 т/га) отримано за використання органічних добрив, золи та комплексу мікробних препартів.

За використання всіх систем удобрення підвищується вміст вітаміну С (4,43–4,97 мг/100 г) та крохмалю (12,85–15,11 %), окрім варіанту із застосуванням $N_{185}P_{185}K_{225}$, де вміст вітаміну С був нижчий за контроль (3,78 мг/100 г). Істотне збільшення вмісту сухої речовини зумовлене використанням органічної системи удобрення з мікробними препаратами (25,95%). Також як і для сорту Слобожанський рубін відмічено зростання вмісту нітратів за всіх систем удобрення 26,20-56,8 мг/кг.

Висновки. Використання мінеральних добрив зумовлює активне наростання вегетативної та кореневої маси, площі листкового апарату рослин батату впродовж всієї вегетації батату. За використання органічних добрив зазначається інтенсивне розвинення коренів рослин в другій половині вегетації та пригнічення ростових процесів у листко-стебельної маси.

Отже, для умов Лівобережного Лісостепу України для інтенсивних технологій вирощування батату краще використовувати дозу мінеральних добрив $N_{185}P_{185}K_{225}$, що забезпечує зростання урожайності на 19,37-19,64 т/га (12,0–24,7%). Для технологій органічного виробництва для сорту Слобожанський рубін більш ефективним є застосування перегною 20 т/га та зола 1 т/га, для сорту Адмірал – у комплексі з мікробними препаратами, що забезпечує отримання прирост урожайності бульб на рівні 9,79-10,45 т/га (30,9-39,7%) відповідно.

References

Abd El-Baky M.H., Ahmed A.A., Faten S., Abd El-Aal, Salman S.R. Effect of Some Agricultural Practices on Growth, Productivity and Root Quality of Three Sweet Potato Cultivars. *Journal of Applied Sciences Research*. 2009. 5(11). P.1966-1976. [in English].

Abdullaev A., Abdurakhmonova Z.N, Ergashev A., Dzhumaev B., Nimadzhanova K.N, Akramov U. Features of photosynthetic carbon metabolism in tuberous plants. Actual problems, prospects for the development of plant physiology: mater. Scientific conference, dedicated. The 40th anniversary of the Institute of Plant Physiology and Genetics of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan and the 80th anniversary of Dushanbe. Donish: Dushanbe, 2004.S. 6-7. [in English].

Agbede T. M., Adekiya A. O. Evaluation of sweet potato (Ipomoea batatas L.) performance and soil properties under tillage methods and poultry manure levels. *Emir. J. Food Agric.* 2011. 23. P. 164–177. [in English].

Akinrinde E.A., Obigbesan G.O. Benefits of phosphate rocks in crop production: Experience on benchmark tropical soil areas in Nigeria. *Journal of Biological Sciences.* 2006. 6(6). P. 999-1004. [in English].

Akramov U.Kh., Nimadzhanova K.N., Abdullaev A.A. Dynamics of the accumulation of raw and dry biomass of underground and aboveground organs of sweet potato, depending on the phase of development. The contribution of biochemists of Tajikistan to the development of biological science: proceedings of the third republican scientific conference. biochemists of the Republic of Tatarstan. Dushanbe: TGNU, 2003.S. 32-34. [in English].

Akramov U.Kh., Nimadzhanova K.N., Abdullaev A.A. Photosynthetic potential of sweet potatoes, depending on the method of planting and plant density. Environmental Reserves of the Republic of Tatarstan: Problems and Assessment of Prospects: Collection of Articles of the Republican Scientific and Practical Conf. Dushanbe, 2003. S. 85-86. [in English].

Ali M.R., Costa D.J., Sayed M.A., Basak N.S. Efect of fertilizer and variety on the yield of sweet potato. Bangladesh. *Agricultural Resech*. 2009. 343. P. 473-480. [in English].

Ankumah R. O., KhanV., MwambaK., Kpomblekou K. The influence of source and timing of nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars. *Agriculture, ecosystems and the environment*. 2003. 100 (2-3). PP. 201-207. [in English].

Bourke R.M. Sweet potato (*Ipomoea batatas*) fertilizertrials on the Gazelle Peninsula of New Britain: 1954–1976. *Papua New Guinea Agricultural Journal*. 1977. 28: 73–95. [in English].

Crop production / *G.S. Posypanov, V.E. Dolgodvorov, B.Kh. Zherukov et al.* M: NITs INFRA-M, 2015. 612 p. [in English].

De Geus, J. G. Fertilizer Guide for the Tropics and Subtropics. Centre d'Etude de l'Azote, Zurich. 1973. [in English].

Dospekhov, B. A. Metodika polevoho opyta. [Method of research work] Moscow: Ahropromyzdat. 1985. [in Russian].

Dumbuya G., Sarkodie-Addo J., Daramy M.A., Jalloh M. Effect of Vine Cutting Length and Potassium Fertilizer Rates on Sweet Potato Growth and Yield Components. *International Journal of Agriculture and Forestry.* 2017. 7(4): 88-94. [in English].

Edem I. Dennis, Rosemary A. Essien, Utibe-Abasi H. Udoh. Dynamics of Heavy Metal Runoff from Farmland around Ikpa River Basin, Nigeria. *Applied Ecology and Environmental Sciences*. 2013. 1(6). p143-148. [in English].

FAOSTAT Statistical Databases. Food and agriculture organization of the United Nations. 2016. [in English].

Hartemink A.E., Johnston M., O'Sullivan J.N., Poloma S. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato inthe humid lowlands of Papua New Guinea. *Agriculture,Ecosystems and Environment*. 2000. 79: 271–280. [in English].

Hassan M.A., El-Seifi S.K., Omar E.A., Saif EI-Deen U.M. Effect of mineral and bio-phosphate fertilization and foliar application of some micronutrients on growth, yield and quality of sweet potato (*Ipomoea batata* L.). 1- Vegetative growth, yield and tuber characteristics. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ*. 2005. 30 (10): 6149-6166. [in English].

Hill W.A., Dodo H., Hahn S.K., Mulongoy K., Adeyeye S.O. Sweet potato root and biomass production withand without nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*. 1990. 82: 1120–1122. [in English].

Kolo Matthew Tikpangi, Salihu Simon Olonkwoh. Major Oxides and Trace Elements Composition of Phosphate Bearing Sedimentary Rocks from Sokoto, Northwest Nigeria. *American Journal of Environmental Protection*. 2015. 3(4). PP. 106-111. [in English].

Krochmal-Marczak B., Sawicka B. The variability of phenotypic features of *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Efficiency growing *Ipomoea batatas* (L.) Lam. under cover of polyethylene and polypropylene nonwoven the assumed "on the flat". *Exerc. Probl. Prog. Agric. Sc*i. 2009. 542. P. 261-270. [in English].

Nichiporovich A.A., Asrorov K.A. On some principles of optimization of photosynthetic activity of plants in crops. Photosynthesis and the use of solar energy. JI .: Nauka. 1971.S. 5-17. [in English].

Njoku J.C., Okpara D.A., Asiegbu J. E. Growth and yield respond of sweet potato in inorganic nitrogen and potassium in tropical ultra-soil. *Niger. Agric. J*. 2001. 32: 30-41. [in English].

Nozimov K., Akramov U., Nimadzhanova K.N. Study of the peculiarities of the growth and development of sweet potatoes in the conditions of the Gissar valley of Tajikistan. *Actual problems of the development of the agro-industrial complex of the republic.* Dushanbe: TAU, 2000, p. 102. [in English].

Obigbesan G.O., Agboola, A.A., Fayemi A.A. Effect of potassium on tuber yield and nutrient uptake of yam varieties. *Proceedings of the 4th Symposium of the International Society of Tropical Roots Crops.* IDRC – CIAT, Columbia. Ed. Cock, Macintyre and Graham. 1976. P. 104-107. [in English].

Oliveira A.P., Santos J.F., Cavalcante L.F., Pereira W.E., do Carmo M., Santos C.A., Oliveira A.N.P., Silva N.V. Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. *Horticultura Brasileira*. 2010. 28 (3). P. 277-281. [in English].

O'Sullivan J.N., Asher C.J., Blamey F.P. Nutrient disorders of sweet potato. ACIAR Monograph Canberra, 1997. 48. [in English].

Qwudike U.S. Effectiveness of cow dung and mineral fertilization on soil, nutrient uptake and yield of sweet potato in South-easern Nigeria. *Asian. AgriculturalResech*. 2010. 43. P. 148-154. [in English].

Shakhov A.A. Photoenergy of plants and harvest. M: Nauka. 1993. 416 p. [in English].

Sokoto M.B., Magaji M.D., Singh A. Growth and Yield of Irrigated Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) As Influenced by Intra-Row Spacing and Potassium. *Journal of Plant Sciences.* 2007. Vol. 2, №1.P. 54-60. doi:10.3923/jps.2007.54.60 [in English].

Universal vocabulary-encyclopedia / M. Popovich, I. Dzyuba, N. Korninko and in. K.-Lviv, 2001. [in Ukrainian].

Yakovenko, K.I. (Eds). Metodyka doslidnoyi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methodology of experimental work in vegetable and melon growing]. Kharkiv: Osnova. 2001. 369 p. [in Ukrainian].

Yang, G., C. H. Jeong-Byeong, B. Oh-Yong and Y. Cho-Soo. Breeding of new starch-processing type sweet potato variety Yushu 13 with high yield and multiresistance. *J. Henan Agric. Sci*. 1999. 3. 3-5. [in English].

Yoneyama, T., Terakado, J., Masuda, T. Naturalabundance of N-15 in sweet potato, pumpkin, sorghum andcastor bean: possible input of N-2-derived nitrogen in sweetpotato. *Biology and Fertility of Soils.* 1998. 26: 152–154. [in English].