

**ВПЛИВ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ СУБСТРАТУ
НА ПІГМЕНТНИЙ КОМПЛЕКС ТА ФОТОСИНТЕТИЧНУ
ПРОДУКТИВНІСТЬ ВАСИЛЬКІВ СПРАВЖНІХ**

БУРДІНА І. О., аспірант*,
ПРИСС О. П., кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет
e-mail: irina.plehun@gmail.com

Анотація. Досліджено вплив компонентного складу субстрату на формування пігментного складу та фотосинтетичну активність васильків справжніх під час вирощування в умовах закритого ґрунту. Встановлено, що введення у склад субстрату агроперліту стимулює накопичення хлорофілів, каротиноїдів, сприяє збільшенню маси рослин, площі листків та рівня чистої продуктивності фотосинтезу.

Ключові слова: васильки справжні, субстрат, пігменти, площа листя, чиста продуктивність фотосинтезу.

Васильки справжні (*Ocimum basilicum* L.) – пряно-ароматична культура родини Ясноткових (Lamiaceae), яку вирощують у всьому світі, що зумовлено широким спектром її народногосподарського значення. Використовують васильки в кулінарії, медицині та косметології в якості лікарської рослини і, навіть, у ландшафтному дизайні, як декоративну культуру [1]. В Україні базилік вирощують переважно у дрібних приватних господарствах на невеликих площах. Врожайність базиліку невисока, надходження зелені до споживачів не відрегульоване і має сезонний характер [2]. Суттєво продовжити сезон надходження зелені можна вирощуючи рослини в умовах захищеного ґрунту. Однак, технології вирощування васильків справжніх на промисловій основі в умовах захищеного ґрунту досліджені мало.

Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій щодо її розв'язання. Формування продуктивності зелених культур у культиваційних спорудах, в першу чергу, залежить від створених умов, які б сприяли оптимальній фотосинтезуючій діяльності рослин. Одним із головних завдань захищеного ґрунту є забезпечення високого рівня чистої продуктивності фотосинтезу – показника, який відображає нагромадження сухої речовини рослиною за добу [3, с. 48]. Визначальний вплив на рівень чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) мають потужність асиміляційного апарату та пігментний комплекс рослини, що включає хлорофіли та каротиноїди. Ці пігменти виконують складні функції поглинання світла, передачі енергії та приймають участь в інших фізіологічних процесах [4, с. 100]. Розвинений пігментний комплекс та фотосинтетичний апарат є

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент О. П. Прісс

основним фактором біологічної продуктивності рослин, зокрема, й васильків справжніх. Добре вивчений вплив рівня освітленості [5], вологозабезпеченості [6], температури повітря, мінерального живлення [7], засоленості [8], строків та схем садіння [9] на накопичення пігментів рослинами та рівень ЧПФ. Проте, дані щодо впливу субстратів на пігментний комплекс та фотосинтетичну діяльність зеленних культур практично відсутні, що зумовлює актуальність таких досліджень.

Мета досліджень - визначення впливу різних субстратів на пігментний комплекс та фотосинтетичну діяльність васильків справжніх під час вирощування їх у закритому ґрунті.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводилися у 2014 - 2015 роках в умовах захищеного ґрунту, відповідно до «Методики дослідної справи в овочівництві та баштанництві» [10]. Для проведення досліджень були використані сорти васильків справжніх вітчизняної селекції, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Бадьорий, який має зелене забарвлення, та Філософ, з фіолетовим забарвленням.

Для приготування торфомінеральних субстратів використовували верховий торф ТМ «Флоріо» та агроперліт з розміром фракції 2 – 5 мм у різних співвідношеннях. За контроль приймали чистий торф. Досліджували вплив наступних субстратів: 1 - верховий торф – 100% (контроль); 2 - верховий торф –80%, агроперліт-20%; 3 - верховий торф – 60%, агроперліт – 40%; 4 - верховий торф - 40%, агроперліт – 60%; 5 - верховий торф - 20%, агроперліт – 80%.

Насіння висівали у другій декаді березня в ящики рядками з шириною міжрядь 5 см. Температурний режим під час проростання насіння підтримували на рівні 22 – 25 °С. При утворенні першої пари справжніх листків рослини пікірували в горшечки розміром 6×6 см. Розсаду висаджували при утворенні 3 пар справжніх листків. Площа облікової ділянки 2 м², повторення п'ятиразове. У кожній обліковій ділянці маркували 5 дослідних рослин, за якими проводили фенологічні спостереження та біометричні вимірювання.

При вирощуванні васильків справжніх, температуру повітря підтримували на рівні 27 °С вдень та 22 °С вночі. Відносна вологість повітря коливалась у межах 92,0 - 96,0%. Вміст хлорофілів та каротиноїдів визначали на початку фази бутонізації, шляхом екстрагування пігментів 100% ацетоном з наступним визначенням їх оптичної густини. Вимірювання оптичної густини здійснювали спектрофотометрично за довжини хвиль 440,5; 644 та 662 нм [11]. Структурні компоненти чистої продуктивності фотосинтезу рослин визначали за методикою описаною З. М. Грицаєнко та ін. [12].

Результати досліджень. Введення у склад субстрату агроперліту стимулює накопичення в рослинах хлорофілів та каротиноїдів. У середньому, за два роки, васильки справжні фіолетового сорту Філософ формували на 39,3% хлорофілів більше, порівняно з зеленим сортом Бадьорий (рис. 1). Це можна пояснити наявністю у пігментному комплексі васильків

справжніх фіолетового типу антоціанів, які, поглинаючи ультрафіолетові промені, захищають хлорофіли від руйнування, нейтралізують токсичні вільні радикали, тобто підвищують антиоксидантний статус рослини [13].

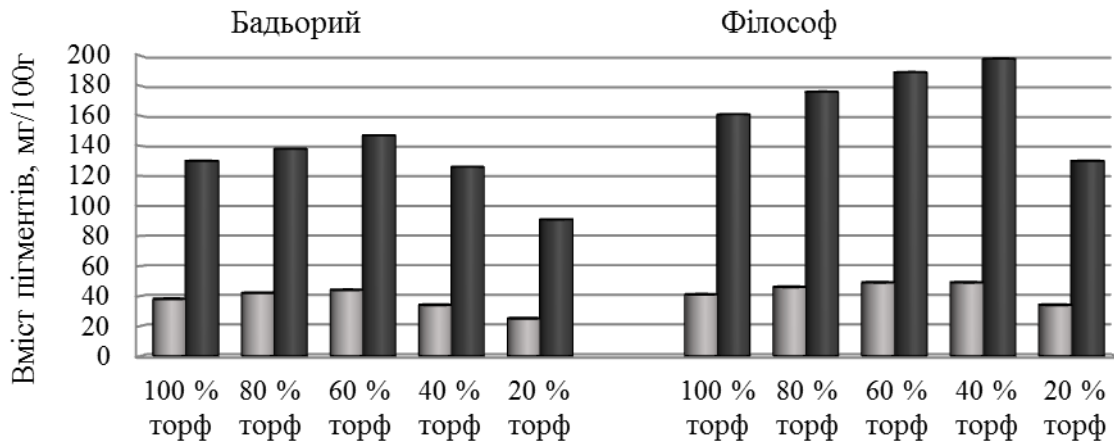


Рис. 1 Вміст пігментів у рослинах васильків справжніх, мг/100г (середнє за 2 роки); - каротиноїди ($HP_{05} AB = 6,5$; фактор А – сорт, фактор В – рівень каротиноїдів), - хлорофіли ($HP_{05} AB = 9,9$; фактор А – сорт, фактор В – рівень хлорофілів)

Аналізуючи формування пігментного комплексу васильків справжніх, залежно від різного компонентного складу субстрату, простежується наступна тенденція: зі збільшенням частки агроперліту до 40...60% у субстраті, збільшувався рівень хлорофілів та каротиноїдів у рослинах базилику. Але, разом з тим, перенасичення субстрату агроперлітом призводило до пригнічення рослин та різкого зменшення рівня пігментів. Як видно з рис. 1, васильки справжні сорту Бадьорій формують найбільшу кількість хлорофілів (на 13% більше, в порівнянні з контрольним варіантом) та каротиноїдів (на 15,8% більше, порівняно з контролем) у третьому варіанті дослідів, субстрат якого складався з 60% верхнього торфу та 40% агроперліту. Зі збільшенням відсотку агроперліту у складі субстрату, рівень пігментів зменшувався. У васильків справжніх сорту Філософ найбільший рівень хлорофілів (на 23% більше, порівняно з контролем) та каротиноїдів (на 19,5% більше за контроль) був у четвертому варіанті дослідів, субстрат якого містив 60% агроперліту. У варіанті дослідів, де субстрат містить лише 20% верхнього торфу і 80% перліту, рівень пігментів у рослинах сорту Філософ зменшувався в 1,2 – 1,5 рази.

Залежно від концентрації агроперліту у складі субстрату, настання фенологічних фаз розвитку васильків справжніх проходило у різні строки. У середньому, за 2 роки, масова бутонізація сорту Бадьорій у контрольному варіанті наступала через 27 днів після висаджування рослин у субстрат. При додаванні до субстрату 20% агроперліту – цей період зменшувався до 25 днів, а при більшій концентрації агроперліту – до 23 днів. Аналогічна тенденція характерна для сорту Філософ. При вирощуванні його у чистому торфі бутонізація наступала на 25-й день, а у субстратах з агроперлітом – на 21-й день. Обидва сорти при вирощуванні

їх у торфі вступали у фазу цвітіння на 14-й день, а при насичені субстрату 40-80% агроперлітом – цей період скорочувався до 11 днів.

Результати досліджень дають підстави стверджувати, що введення у склад субстрату агроперліту позитивно вплинуло на ростові процеси обох сортів васильків справжніх. Сира маса однієї рослини у фазі 3 пар листків, у середньому, за 2 роки досліджень коливалась в межах 10 – 13 г і була більшою у сорту Бадьорий на 4,8% (рис. 2).

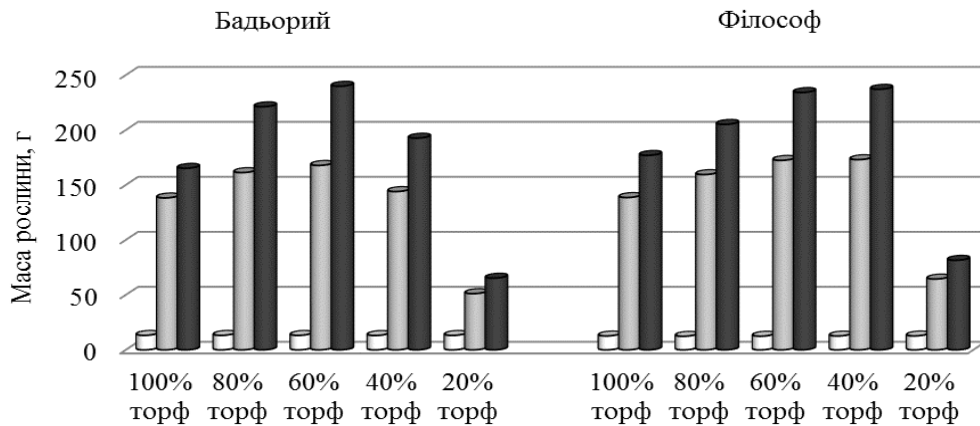


Рис. 2 Сира маса однієї рослини васильків справжніх, г (середнє за два роки); ■ - фаза 3-х пар листків (HIP₀₅ АВ = 1,45); ■ - фаза бутонізації (HIP₀₅ АВ = 3,45); □ - фаза цвітіння (HIP₀₅ АВ = 6,3); фактор А – сорт, фактор В – маса рослини у різні фази розвитку.

Але надалі, сорт Філософ характеризувався більш інтенсивним наростанням зеленої маси. Вже у фазу бутонізації маса однієї рослини васильків справжніх сорту Філософ була більшою, в порівнянні з сортом Бадьорий на 6,5%.

Найкращим для сорту Бадьорий був субстрат що складався з 60% верхнього торфу та 40% агроперліту. Тут маса 1 рослини у фазі бутонізації збільшувалася на 21,4%, а у фазі цвітіння - на 45,2%, порівняно з контролем. Для сорту Філософ найкращими субстратами виявились ті, що мали у своєму складі 40 та 60% агроперліту. При цьому, маса 1 рослини у фазі бутонізації збільшувалася на 24,9%, а у фазі цвітіння – на 34%, порівняно з контролем. За результатами двофакторного аналізу, визначальний вплив (96,6%) на масу однієї рослини васильків справжніх обох сортів у фазу бутонізації чинив склад субстрату.

Важливу роль у протіканні основних фізіологічних процесів та формуванні урожайності відіграє листовий апарат. Від потужності асиміляційного апарату і тривалості його роботи залежить продуктивність фотосинтезу та культур у цілому. За площею листової поверхні сорт Філософ випереджає Бадьорий на 19% у фазі бутонізації та на 14,3% - у фазі цвітіння (рис. 3).

Визначальний вплив на площу листової поверхні має фактор субстрату: у фазі бутонізації – 86,8%, у фазі цвітіння – 86,4%. Збільшення площі листків зі збільшенням відсотку агроперліту у субстраті спостерігається до 40% для сорту Бадьорий та до 60% для сорту Філософ.

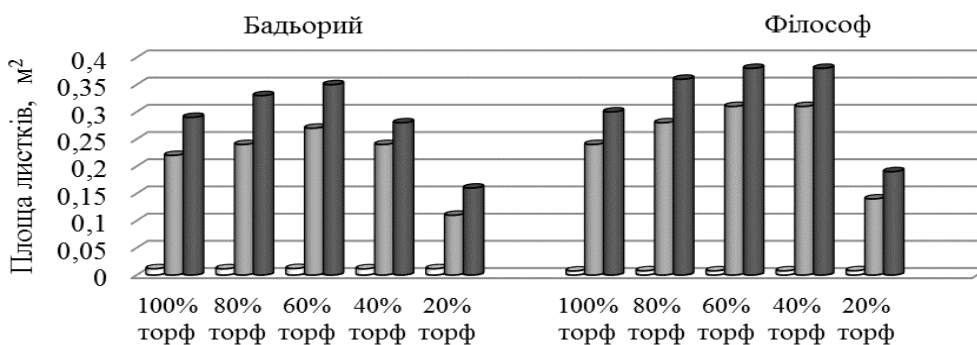


Рис. 3 Площа листків на одній рослині залежно від субстрату, м²; ■- фаза 3-х пар справжніх листків ($HP_{05AB} = 0,001$), ■- фаза бутонізації ($HP_{05AB} = 0,01$), □- фаза цвітіння ($HP_{05AB} = 0,01$); фактор А – сорт, фактор В – площа листків у різні фази розвитку.

Чиста продуктивність фотосинтезу, що відображає збільшення загальної біомаси рослин за певний проміжок часу відносно показника середньої площі листків за цей самий період, у сортів васильків справжніх з періоду настання фази 3-х пар справжніх листків до фази бутонізації на 8,7% більша у сорту Філософ та змінювалась залежно від субстрату (рис. 4).

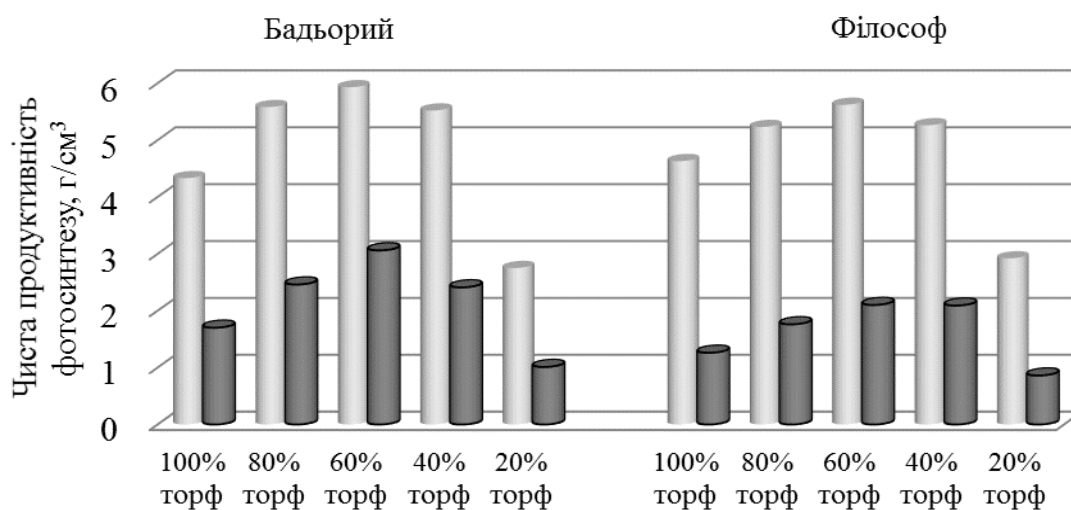


Рис. 4 Чиста продуктивність васильків справжніх, г/см³ (середнє за 2014 -2015 роки); - - фаза 3-х пар справжніх листків – бутонізація ($HP_{05AB} = 0,25$), - фаза бутонізація – цвітіння ($HP_{05AB} = 0,23$); фактор А – сорт, фактор В – ЧПФ на різних етапах росту.

В обох сортів чиста продуктивність фотосинтезу була більшою у рослин, вирощених на субстраті з 60% торфу і 40% агроперліту, де у сорту Бадьорий ЧПФ збільшувалась на 37%, а у сорту Філософ – на 21,4%, порівняно з контролем. Частка впливу фактору субстрату (фактор В) на ЧПФ є визначальною 95,3%, фактор сорту (фактор А) втрачає значимість при значимій взаємодії факторів (рис. 5).

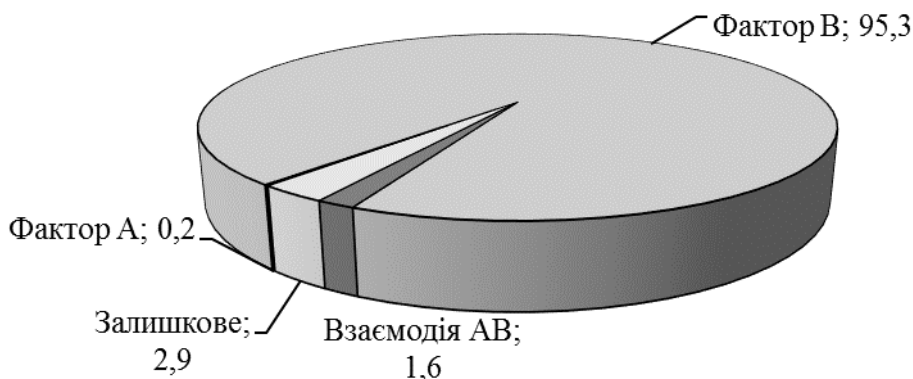


Рис. 5. Частка впливу факторів на чисту продуктивність фотосинтезу (фаза 3-х пар листків – бутонізація); ■ - фактор А; □ - фактор В; ▒ - взаємодія АВ; □ - залишкове.

З періоду фази бутонізації до фази цвітіння ЧПФ була нижчою, але тенденція збільшення ЧПФ зі збільшенням відсотку агроперліту залишається. За 2 роки досліджень був встановлений тісний кореляційний зв'язок між вмістом хлорофілів у пігментному комплексі васильків справжніх та чистою продуктивністю фотосинтезу. У середньому, за два роки, коефіцієнт кореляції сягає 0,92 для сорту Бадьорий та 0,94 для сорту Філософ.

Висновки

1. Формування пігментного комплексу знаходиться у тісній залежності від складу субстрату. Найкращим для васильків справжніх сорту Бадьорий був субстрат, що містив 60% торфу та 40% агроперліту, а для сорту Філософ – 40% торфу та 60% агроперліту.

2. Чиста продуктивність фотосинтезу в обох сортів була більшою за вирощування на субстраті з 60% торфу та 40% агроперліту, де у сорту Бадьорий вона збільшувалася на 37 %, а у сорту Філософ – на 21,4%, порівняно з контролем. Частка впливу фактору субстрату дорівнювала 95,3%. Встановлено тісний кореляційний зв'язок між вмістом хлорофілів у пігментному комплексі васильків справжніх та чистою продуктивністю фотосинтезу: 0,92 для сорту Бадьорий та 0,94 для сорту Філософ.

Список літератури

1. Makri O. Ocimum sp. (basil): Botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology / O. Makri, S. Kintzios // Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. – 2007. – №13. – P. 123-150
2. Беленький А. И. Украинскому рынку не хватает оптовых партий зелени отечественного производства / А. И. Беленький // Овощеводство. – 2006. – №12. – С. 7
3. Гіль Л. С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт / Л. С. Гіль, А. І. Пашковський, Л. Т. Суліма. – Навч. Посібник. – Вінниця: «Нова книга», 2008. – С. 48
4. Мокрушин М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мокрушин, Є. М. Мокрушина, Н. В. Петерсен, М. М. Меншиков. - Вінниця: «Нова книга», 2006. – С. 100

5. Полякова Н. М. Фотосинтез и продуктивность растений базилика (*Ocimum basilicum* L.) при облучении различными источниками света / Н. М. Полякова, Ю. Ц. Мартиросян, Т. А. Диловарова, А. А. Кособрюхов // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – № – 1. – С.124-130
6. Heidari M. Effects of water stress and inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on antioxidant status and photosynthetic pigments in basil (*Ocimum basilicum* L.) /M. Heidari, A. Golpayegani // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. – 2012. – №11. – P. 57 - 61
7. Politycka B. Content of chloroplast pigments and anthocyanins in the leaves of *Ocimum basilicum* L. depending on nitrogen doses / B. Politycka, A. Golcz // Folia horticultrae. – 2004. – № 16/1. – P. 23-29
8. Heidari M. Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of two basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes / M. Heidari // African Journal of Biotechnology. – 2012. – №11. – P. 379 - 384
9. Трояновська О. М. Вплив строків і схем висаджування розсади базилика звичайного (*Ocimum basilium*) на площу листової поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу / О. М. Трояновська // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 17(1). – С. 324-327
- 10.Бондаренко Г. Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко. – Х.: Основа. – 2001. – 118 с.
- 11.Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: практикум / М. М. Мусієнко. – К. – 1995. – 191с.
- 12.Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко – К.:ЗАТ «Нічлава». – 2003. – 320 с.
- 13.Andersen O. M. Flavonoids: chemistry, biochemistry and application / O. M. Andersen, K. R. Markham. – New York: CRC Press. – 2005. – P. 397-441.

References

1. Makri O. *Ocimum* sp. (basil): Botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology / O. Makri, S. Kintzios // Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. – 2007. – №13. – P. 123-150
2. Belen'kyy A. Y. Ukraynskomu rynku ne khvataet optovыkh partyy zeleny otechestvennoho proyzvodstva / A. Y. Belen'kyy // Ovoshchevodstvo. – 2006. – №12. – S. 7
3. Hil L. S. Suchasni tekhnolohii ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho hruntu. Ch.1. Zakryty hrunt / L. S. Hil, A. I. Pashkovskiy, L. T. Sulima. – Navch. Posibnyk. – Vinnytsia: «Nova knyha», 2008. – S. 48
4. Mokrushyn M. M. Fiziolohiia roslын / M. M. Mokrushyn, Ie. M. Mokrushyna, N. V. Petersen, M. M. Menshykov. – Vinnytsia: «Nova knyha», 2006. – S. 100
5. Polyakova N. M. Fotosyntezy y produktyvnost' rastenyы bazylyka (*Ocimum basilicum* L.) pry obluchenyy razlychnumy ystochnykamy sveta / N. M. Polyakova, Yu. Ts. Martyrosyan, T. A. Dylovarova, A. A. Kosobryukhov // Sel'skokhozyaystvennaya byolohyya. – 2015. – № – 1. – S.124-130
6. Heidari M. Effects of water stress and inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on antioxidant status and photosynthetic pigments in basil (*Ocimum basilicum* L.) /M. Heidari, A. Golpayegani // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. – 2012. – №11. – P. 57 – 61

7. Politycka B. Content of chloroplast pigments and anthocyanins in the leaves of *Ocimum basilicum* L. depending on nitrogen doses / B. Politycka, A. Golcz // *Folia horticulturae*. – 2004. – № 16/1. – P. 23-29
8. Heidari M. Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of two basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes / M. Heidari // *African Journal of Biotechnology*. – 2012. – №11. – P. 379 – 384
9. Troianovska O. M. Vplyv strokiv i skhem vysadzhuvannia rozsadny bazylika zvychnoiho (*Ocimum basilicum*) na ploshchu lystkovoii poverkhni ta chystu produktyvnist fotosyntezy / O. M. Troianovska // *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. – 2013. – Vyp. 17(1). – S. 324-327.
10. Bondarenko H. L. Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi / H. L. Bondarenko, K. I. Yakovenko. – Kh.: Osnova. – 2001. – 118 s.
11. Musiienko M. M. Fiziolohiia roslyn: praktykum / M. M. Musiienko. – K. – 1995. – 191s.
12. Hrytsaienko Z. M. Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzen roslyn i hruntiv / Z. M. Hrytsaienko, A. O. Hrytsaienko, V. P. Karpenko - K.:ZAT «Nichlava». – 2003. – 320 s.
13. Andersen O. M. Flavonoids: chemistry, biochemistry and application / O. M. Andersen, K. R. Markham. – New York: CRC Press. – 2005. – P. 397-441.

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СУБСТРАТА НА ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ БАЗИЛИКА

Бурдина И. А., Присс О. П.

Аннотация. *Исследовано влияние компонентного состава субстрата на формирование пигментного комплекса и фотосинтетическую активность базилика при выращивании его в закрытой почве. Установлено, что введение в состав субстрата агроперлита стимулирует накопление хлорофиллов, каротиноидов, способствует увеличению массы растений, площади листьев и уровня чистой продуктивности фотосинтеза.*

Ключевые слова: *базилик, пигменты, субстрат, площадь листьев, чистая продуктивность фотосинтеза.*

EFFECT OF THE SUBSTRATE COMPOSITION ON PIGMENT CONTENT AND PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF BASIL

Burdina I., Priss O.

Abstract. *Effect of substrate component composition on formation of pigment complex and photosynthetic activity of basil with its cultivation in greenhouses was studied.*

It was determined that inclusion of perlite into substrate stimulates chlorophyll and carotenoid accumulation, increases plant weight, leaf area, and level of net photosynthesis productivity.

Keywords: *basil, substrate, pigments, leaf area, net photosynthetic productivity.*