

## **ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ ТА АДАПТИВНІ МОЖЛИВОСТІ РОСЛИН БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ (*BETA VULGARIS* L.) ДО ЗАГУЩЕННЯ**

**О. Л. КЛЯЧЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, доцент  
**Національний університет біоресурсів і природокористування  
України**

E-mail: Klyachenko@ukr.net

**Анотація.** Вивчено особливості формування листкового апарату рослин та накопичення сахарози в коренеплодах гібридів буряків цукрових та їхніх батьківських компонентів. Установлено генотипні відмінності за внеском окремих вікових груп листків і їх співвідношень у формування цукристості коренеплодів та вихід цукру. Показано вплив затінення та загущення на фізіолого-біохімічні особливості асиміляційного апарату та продуктивність рослин.

**Ключові слова:** буряки цукрові, листковий апарат, цукристість, продуктивність.

**Актуальність.** Одним із визначних шляхів підвищення продуктивності буряків цукрових (*Beta vulgaris* L.), які забезпечують вагомий внесок в українську та світову економіку, є створення нових сортів та гібридів з оптимальною реакцією на зміни довкілля, що регулюється технологією вирощування та генетично зумовленою стійкістю проти нерегульованих екологічних чинників на окремих етапах онтогенезу [12, 1]. Прогресу в селекції цієї важливої культури не може бути досягнуто без використання наукових розробок фізіології та біохімії рослин в одержанні та оцінюванні вихідного матеріалу, створенні сортів і гібридів на основі реалізації принципово нових технологічних схем.

Фізіологічний підхід і розроблення шляхів покращення та оцінювання популяції за фізіолого-біохімічними показниками сприяє глибшому розумінню продукційного процесу сільськогосподарських культур у мінливих умовах навколишнього середовища та визнаних чинників, які впливають на урожай, що забезпечує теоретичні основи селекції. Розвиток фізіологічних досліджень підвищує ефективність генетичних і генно-інженерних технологій, розширює їх і створює нову експериментальну базу [15, 18, 14, 11].

Стратегією сучасної селекції рослин стає керування продукційними процесами, такими як фотосинтез на різних рівнях його організації [13], оптимізація донорно-акцепторних відносин [5]. Тому актуальним залишається пошук інформативних фізіолого-біохімічних показників, які пов'язані з продуктивністю в широкому діапазоні умов вирощування і можуть бути використані як фізіологічні і біохімічні маркери для підвищення ефективності селекційного процесу.

**Мета роботи** – вивчити становлення і тривалість функціонування листового апарату, адаптивності рослин до загущення та їхній взаємозв'язок із продуктивністю буряків цукрових.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктами досліджень були диплоїдні гібриди буряків цукрових на чоловічостерильній основі: Львовсько-Верхняцький ЧС 21, Уладівський ЧС 30 та їхні вихідні батьківські форми. Рослини вирощували в умовах вегетаційного дослідження методом ґрунтової культури в 14-кілограмових посудинах Вагнера з внесенням поживної суміші ВНЦ [2] за оптимального водозабезпечення – 60% ПВ.

Площу листової поверхні буряків цукрових визначали за лінійними розмірами листків з урахуванням коефіцієнта їх форми (0,76) за Орловським [8]. До молодих відносили листки, які досягли 30-40% максимальної кінцевої величини функціонуючих вирослих листків [16]. Площу листової поверхні та накопичення сухої речовини в органах рослин визначали згідно з методичними вказівками ВНЦ «Анатомо-морфологические и физиолого-биохимические тесты при изучении селекционных материалов сахарной свеклы» [3].

Польові двофакторні дослідження на стійкість до загущення проводили згідно з методичними рекомендаціями Інституту цукрових буряків НААН України. Площа посівної ділянки – 120м<sup>2</sup>, обліково – 50м<sup>2</sup>. Повторюваність шестиразова. Густина стояння рослин 80, 100, 120тис./га.

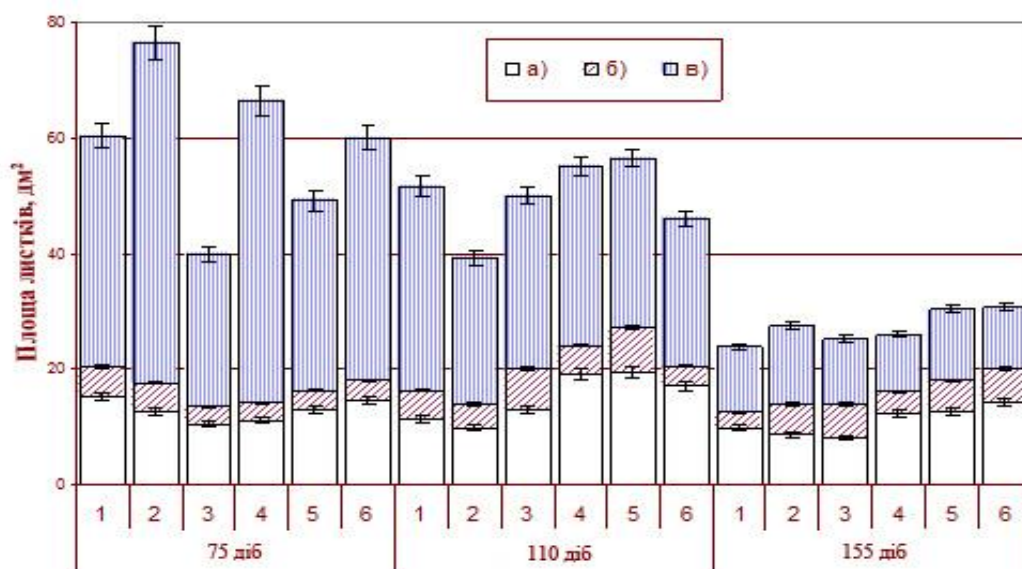
Цукристість коренеплодів визначали методом холодної дигестії за Починком [10].

Статистичне оброблення одержаних експериментальних даних виконували з використанням електронних таблиць Microsoft Excel.

**Результати дослідження та їх обговорення.** На сьогодні увагу дослідників спрямовано на генетико-селекційну оптимізацію продукційного процесу буряків цукрових через зміну донорно-акцепторних відносин, які в системі цілісного організму регулюються в онтогенезі рослин шляхом інтенсифікації ростових процесів і фотосинтезу [8, 4]. Важливою фізіологічною складовою продукційного процесу є потенційна здатність господарсько-цінних органів рослин до росту і накопичення запасних речовин. Одним з активних компонентів донорно-акцепторної системи як атрагуювального центру є коренеплід буряків цукрових, здатний приєднуватися до формування рушійних сил транспорту органічного вуглецю. Відповідні донорно-акцепторні відносини формуються і між різними віковими групами листків – донорами асимілятів.

Вивчення динаміки росту і розвитку листового апарату гібридів буряків цукрових і їхніх компонентів показало, що найбільша площа поверхні життєдіяльних вирослих листків, у яких експортна функція виявляється після досягнення 50% своєї остаточної величини [17], формувалась у період інтенсивного цукронакопичення в коренеплодах і збільшення їхньої маси (75-120 діб), особливо гібриду Уладівський ЧС 30 та його багатонасінного диплоїдного компонента і ЧС-форми гібриду Львовсько-Верхняцький ЧС 21 (рис. 1). Подовження періоду життєдіяльності старих листків у передзбиральний період, особливо у гібриду Уладівський ЧС 30 і його батьківських форм, свідчить про їх тривале функціонування як донорів фотоасимілятів та посилення

атрагувальної здатності коренеплодів, що зумовлює формування високої цукристості.



**Рис. 1. Динаміка формування листкового апарату гібридів буряків цукрових та їхніх компонентів:** 1 – Львовсько-Верхняцький ЧС 21; 2,5 – ЧС-компонент; 3,6 – багатонасінний диплоїдний компонент; 4 – Уладівський ЧС 30; а – молоді листки; б – старі листки; в – життєдіяльні листки, що завершили ріст.

Максимум площі молодих листків у цей період, як і протягом вегетації, становив значну частку асиміляційної поверхні рослин у гібриду Львовсько-Верхняцький ЧС 21 і його багатонасінного диплоїдного компонента. Молоді листки, експортна функція яких ще не сформувалась, стають щодо коренеплоду конкурентами за асимілювати і не мають переваги в продуктивності рослин.

Окремі вікові групи листків і їх співвідношення на різних етапах онтогенезу рослин роблять різний внесок у накопичення маси сухої речовини, кількість якої залежно від дослідженого генотипу відповідала питомій фотосинтетичній активності їхніх асимілюючих тканин, яку оцінювали за ПМЛ, вмістом хлорофілів а і b, розчинних вуглеводів і сахарози в листових пластинках і черешках. У середині вегетації (75 діб) у формуванні сухої маси рослин переважно брали участь життєдіяльні та повністю сформовані листки, а в кінці періоду вегетації зазначений показник значно збільшувався за рахунок площі поверхні старих листків (рис. 2).

Генотипи з оптимальною динамікою донорно-акцепторних відносин характеризуються довговічним листковим апаратом, що сприяє раціональному використанню асимілятів на ріст коренеплодів і запасанню в них сахарози (рис. 3). Підвищення цукристості при збільшенні тривалості життєдіяльності листків можна пояснити властивостями структурної узгодженості в розвитку листків і запасуючої паренхіми коренеплодів.

Важливим напрямом у селекції сільськогосподарських культур є вивчення адаптивної стійкості рослин до негативного впливу навколишнього середовища, що пов'язано з дослідженням механізмів онтогенетичної

адаптації, яка виявляється на фенотиповому рівні в межах інформації, що зберігається та реалізується геномом [6].

При використанні затінення як методичного прийому виявлено як загальні фізіолого-біохімічні закономірності адаптивних змін листового апарату та елементів продуктивності ЧС-ліній, гібридів буряків цукрових та їхніх компонентів, так і значні генотипні відмінності. Встановлено чітку тенденцію до підвищення вмісту хлорофілів *a* і *b* та зниження їх співвідношення (*a/b*), що є ознакою набування фотосинтетичним апаратом тіньовитривалості. При цьому відповідно до напруженості стресового чинника (30 і 60% світлового потоку) спостерігалось зменшення ПМЛ, сумарного вмісту альбумінів і глобулінів та простежувались істотні зміни у пулі водорозчинних вуглеводів листових пластинок і черешків, уміст яких порівняно з контролем знижувався залежно від генотипу в межах 11,09-54,3% [7]. За умов затінення фотоасиміляти спрямовуються переважно на ріст листового апарату рослин, площа поверхні якого наприкінці вегетації у досліджених генотипів у 1,5-2 рази перевищувала аналогічний показник у контрольних рослин.

Залежно від величини світлового потоку в досліджених генотипів суттєво знижувались темпи накопичення маса сирої та сухої речовини коренеплодів (від 21,3 до 53,2%), що супроводжувалось збільшенням співвідношення гичка/коренеплід, зменшенням величини відношення маси коренеплоду до маси цілісної рослини і підвищенням частки маси сухої речовини черешків у масі гички. Оскільки у затінених рослин у другій половині вегетації подовжувався період формування листового апарату, це обмежувало надходження фотоасимілятів у коренеплід і призводило до гальмування активності його ростових процесів та відкладання сахарози у запас (на 0,9-4,6%), які у буряків цукрових відбуваються одночасно [7].

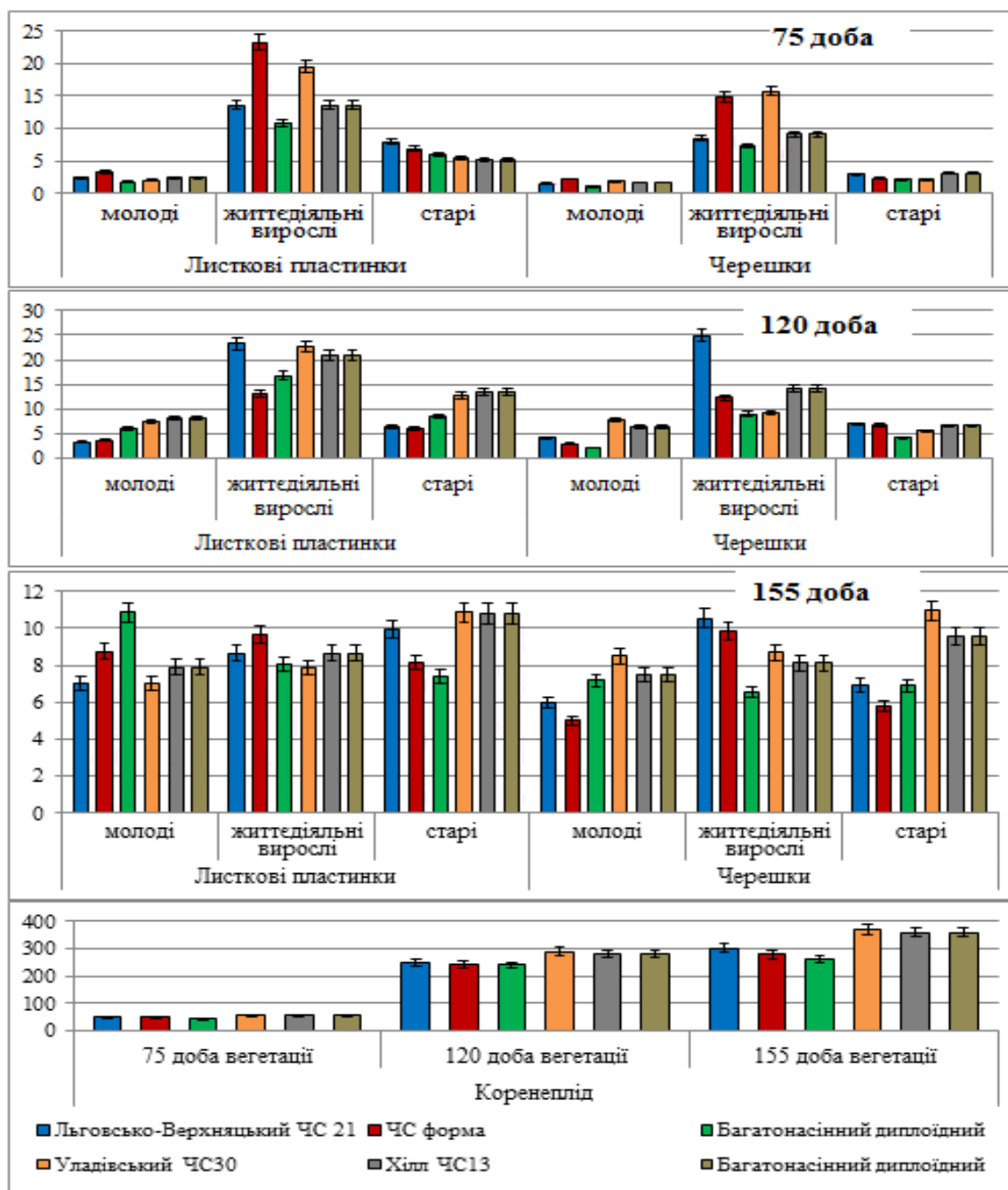
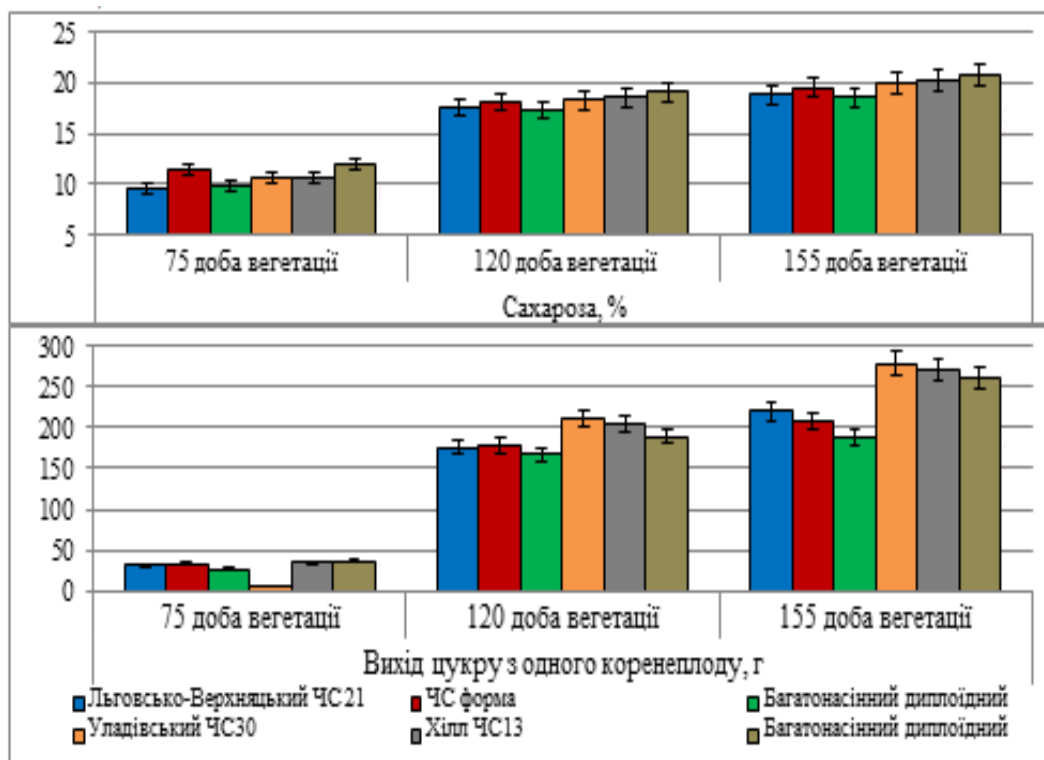


Рис. 2. Динаміка накопичення маси сухої речовини органами рослин буряків цукрових (г)



**Рис.3. Динаміка цукристості (%) та вихід цукру (г) з одного коренеплоду буряків цукрових**

Результати польових дослідів за впливом різної густоти стояння рослин на продукційний процес буряків цукрових показали, що досліджені ЧС-гібриди та їхні вихідні компоненти виявляли різну адаптивну стійкість до умов загущення. Найбільш стійкими виявились при густотах 100 і 120 тис./га компонент Хілл ЧС 13 гібриду Уладівський ЧС 30 і ЧС-компонент гібриду Львівсько-Верхняцький ЧС 21, у яких урожайність зростала на 4,6-4,4 і 4,2-4,1 т/га, а збір цукру – на 1,1-0,4 і 1,09-0,5 т/га відповідно (таблиця). У найстійкіших генотипів урожайність зростала в середньому на 4,3 т/га, а збір цукру – на 0,77 т/га.

Оскільки успадковується певний тип реакції або норма реакції на умови зовнішнього середовища [6], тобто здатність до оптимальної зміни організації у відповідь на зміну внутрішніх і зовнішніх чинників, то при створенні стійких до загущення селекційних матеріалів буряків цукрових всебічне оцінювання їх і відбір необхідно проводити за інтегральними фізіолого-біохімічними параметрами життєдіяльності в умовах затінення, добираючи потомство рослин, яке менше реагує на зниження освітленості.

Отже, в результаті проведених досліджень онтогенетичної адаптації ліній різного походження і гібридів та їхніх вихідних компонентів буряків цукрових до світлового режиму ФАР в умовах затінення вегетаційного та різної густоти насадження рослин польового дослідів встановлено, що напруженість стресового чинника є визначальною характеристикою змін фізіолого-біохімічних і анатомо-морфологічних властивостей листового апарату, які забезпечують гомеостаз рослин, і максимально можливі за цих умов ефективність фотосинтезу і продуктивність різних генотипів буряків цукрових.

#### **1. Продуктивність буряків цукрових залежно від густоти насадження рослин**

| Гібрид,<br>компонент  | Густота<br>рослин,<br>тис./га | Урожайність<br>, т/га | Маса<br>корене-<br>плоду, г | Цукристість,<br>% маси сирої<br>речовини | Збір<br>цукру,<br>т/га |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------------|------------------------|
| ЛВ ЧС 21*             | 80                            | 40,0                  | 501,0                       | 17,1                                     | 6,8                    |
|                       | 100                           | 43,4                  | 434,4                       | 17,4                                     | 7,4                    |
|                       | 120                           | 42,9                  | 357,8                       | 15,9                                     | 6,9                    |
| ЧС-форма              | 80                            | 38,8                  | 485,5                       | 17,6                                     | 6,8                    |
|                       | 100                           | 43,0                  | 437,0                       | 17,9                                     | 7,7                    |
|                       | 120                           | 42,9                  | 357,5                       | 16,9                                     | 7,3                    |
| Багато-<br>насінний   | 80                            | 39,9                  | 498,5                       | 17,3                                     | 6,9                    |
|                       | 100                           | 42,9                  | 429,0                       | 17,8                                     | 7,6                    |
|                       | 120                           | 42,5                  | 354,1                       | 16,9                                     | 7,2                    |
| Уладівськи<br>й ЧС 30 | 80                            | 41,9                  | 523,5                       | 17,5                                     | 7,3                    |
|                       | 100                           | 44,8                  | 448,0                       | 17,9                                     | 8,0                    |
|                       | 120                           | 44,5                  | 370,8                       | 16,9                                     | 7,5                    |
| Хілл ЧС 13            | 80                            | 39,3                  | 491,0                       | 17,1                                     | 6,7                    |
|                       | 100                           | 43,9                  | 439,1                       | 17,8                                     | 7,8                    |
|                       | 120                           | 43,7                  | 364,2                       | 16,9                                     | 7,4                    |
| Багато-<br>насінний   | 80                            | 36,5                  | 456,0                       | 18,2                                     | 6,6                    |
|                       | 100                           | 39,9                  | 399,4                       | 18,6                                     | 7,4                    |
|                       | 120                           | 39,2                  | 326,5                       | 17,9                                     | 7,0                    |
| НІР <sub>05</sub>     |                               | 2,1                   | 19                          | 0,40                                     | 0,60                   |

*Примітка:* ЛВ ЧС 21\* – гібрид Львівсько-Верхняцький ЧС 21.

### Висновки та перспективи

1. Генотипи буряків цукрових з оптимальною динамікою донорно-акцепторних відносин характеризувались довговічністю листового апарату, що скорочує непродуктивні витрати органічних речовин і сприяє раціональному використанню асимілятів на ріст коренеплодів і запасання в них сахарози.

2. При створенні стійких проти загущення гібридів буряків цукрових в умовах інтенсивних технологій вирощування оцінювати і відбирати селекційні матеріали необхідно за найінформативнішими фізіолого-біохімічними показниками життєдіяльності рослин за дії затінення, добираючи потомства з меншою реакцією на зниження освітленості.

### Список використаних джерел

1. Балков И.Я. Новым этапом в селекции и семеноводстве должны стать высокорентабельные гибриды свеклы / И.Я. Балков // Сахарная свекла. – 2011. – №6. – С.26-27.
2. Биология и селекция сахарной свеклы. М.: Колос, 1968. – 766 с.
3. Борисюк В.А., Кляченко В.И., Третьяк Т.В. Анатомо-морфологические и физиолого-биохимические тесты при изучении селекционных материалов сахарной свеклы (Методические указания). – М.: ВАСХНИЛ, 1989. – 67с.
4. Киризий Д.А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений / Д.А. Киризий. – К.: Логос. – 2004. – С. 3 – 8.
5. Киризий Д.А. Фотосинтез и донорно-акцепторные отношения между органами как составляющие продукционного процесса пшеницы / Д.А. Киризий / Физиология растений и генетика. – 2015. – Т. 47. - №5. – С. 393-419.
6. Кириченко В.В. Методологические проблемы адаптивной селекции / В.В. Кириченко // Труды межд. конф. «Адаптивная селекция растений. Теория и практика». – Харьков. – 2002. – С. 3-5.

7. Кляченко О.Л. Влияние затенения на химический состав та продуктивность различных генотипов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) / О.Л. Кляченко // Вестник аграрной науки. – 2006. – №2. – С. 44 – 48.
8. Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза / А.Т. Мокроносов. – М.: Наука. – 1981. – 196 с.
9. Орловский Н.И. Рост сахарной свеклы / Н.И. Орловский // Биология и селекция сахарной свеклы. – М.: Колос, 1968. – С. 207 – 226.
10. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений / Х.Н. Починок // К.: Наук. думка. – 1976. – 333 с.
11. Прядкина Г.О. Пигменты фотосинтетического аппарата и продуктивность озимой пшеницы / Г.О. Прядкина, В.В. Моргун // Физиология растений и генетика. – 2016. – Т.48. – №4. – С. 310-323.
12. Роїк М.В. Селекция сахарной свеклы / М.В. Роїк, М.О. Корнеева // Специальная селекция полевых культур. – Біла Церква: БЦ НАУ. – 2010. – С. 276-314.
13. Стасик О.О. Фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных растений / О.О. Стасик, Д.А. Киризий, Г.А. Прядкина // Физиология растений и генетика. – 2016. – 48. – №3. – С.232-251.
14. Суслов В.И. Теория и практические аспекты селекции сахарной свеклы / В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко // Сборник научных работ Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН. – 2012. – вып.13. – С.126-131.
15. Шадчина Т.М. Функциональные характеристики фотосинтетического аппарата современных сортов озимой пшеницы / Т.М. Шадчина // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т.42. – №4. – С. 339-347.
16. Giaguinta R.T. Source and sink leaf metabolism in relation to phloem translocation / R.T. Giaguinta // Plant Physiol. – 1978. – Vol. 61. – N 3. – P. 380 – 385.
17. Giaguinta R.T. Translocation of sucrose and oligosaccharides / R.T. Giaguinta. – The biochemistry of plants. Vol.3. Carbohydrates: Structure and Function // J. Preiss. ed. – New York: Academic Press. – 1980. – P.271-320.
18. Parry M.A. Raising yield potential of wheat. II Increasing photosynthetic capacity and efficiency / M.A. Parry, V. Reynolds, M.E. Salvucci et al. // J. Exp. Bot. – 2011. – Vol. 62. – N 2. – P. 453-467.

## **ФОРМИРОВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛИСТОВОГО АППАРАТА И АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (*BETA VULGARIS* L.) К СГУЩЕНИЮ**

**А. Л. Кляченко**

**Аннотация.** Изучены особенности формирования листового аппарата растений и накопления сахарозы в корнеплодах гибридов сахарной свеклы и их родительских компонентов. Установлено генотипическое различие по вкладу отдельных возрастных групп листьев и их соотношений в формирование сахаристости корнеплодов и выход сахара. Показано влияние затенения и загущения на физиолого-биохимические особенности ассимиляционного аппарата и продуктивность растений.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, листовой аппарат, сахаристость, производительность.

## **FORMATION AND FUNCTIONING OF LEAF APPARATUS AND ADAPTIVE POSSIBILITIES OF BETTER PLANTS OF BETES (*BETA VULGARIS* L.) BEFORE CASTING**



**O. L. Klyachenko**

**Abstract.** *The peculiarities of formation of the planting plant and accumulation of sucrose in the root crops of sugar beet hybrids and their parent components were studied. The genotypical differences in the contribution of individual age groups of leaves and their relationships in the formation of sugar content of root crops and sugar yield were established. The effect of shading and thickening on the physiological and biochemical features of the assimilation apparatus and plant productivity are shown.*

**Key words:** *sugar beet, leafy machine, sugar content, productivity.*