

Екологічна пластичність і стабільність нових гібридів цукрових буряків

І. І. Коровко

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна,
e-mail: InnaKorovko1990@gmail.com*

Мета. Проаналізувати сучасні гібриди цукрових буряків за показниками пластичності та стабільності. Виявити генотипи, які адаптовані до різних ґрунтово-кліматичних зон на території України з подальшим наданням рекомендацій для виробництва. **Методи.** Польовий, лабораторний, аналітичний та статистичний. **Результати.** Вивчено особливості формування продуктивності нових гібридів цукрових буряків у різних ґрунтово-кліматичних зонах України з подальшим наданням рекомендацій щодо розміщення гібридів по регіонах бурякосіяння. Встановлено реакцію генотипу на зміну умов середовища, ступінь впливу їх на врожайність, цукристість, збір цукру шляхом оцінювання гібридів за показниками екологічної пластичності і стабільності. Згідно з проведеними розрахунками гібриди 'Новела' ($b = 1,15$), 'Протекта' ($b = 1,12$), 'Монсан' ($b = 1,09$), 'Протеус' ($b = 1,03$) за врожайністю можна вважати високопластичними, вони потребують високого рівня агротехніки, й лише у разі дотримання всіх вимог дадуть максимальний урожай. До високопластичних за цукристістю належать 'Протеус' ($b = 1,29$), 'Бізон' ($b = 1,26$), 'Си Белана' ($b = 1,20$), 'Протекта' ($b = 1,12$). Майже всі гібриди за показником збору цукру є високопластичними, крім гібридів 'Монсан' ($b = 0,45$), 'Хайленд' ($b = 0,96$), 'Глоріанна КВС' ($b = 0,96$). **Висновки.** За результатами досліджень можна рекомендувати виробникам гібриди 'Протеус' і 'Протекта', які за всіма досліджуваними показниками виявили позитивну реакцію на поліпшення умов вирощування. Гібриди 'Хайленд' і 'Глоріанна КВС' доцільніше вирощувати на екстенсивному фоні, де за мінімальних витрат значення показників у них будуть максимальними.

Ключові слова: гібриди цукрових буряків, реалізація продуктивності, екологічна пластичність і стабільність.

Вступ

Велику кількість досліджень, як іноземних, так і вітчизняних, присвячено вивченню питань адаптивності сортів різних сільськогосподарських культур до умов їх вирощування. Селекційне поліпшення сортів та гібридів вважають одним з найефективніших і екологічно безпечних заходів, що зменшують вплив біотичних і абіотичних чинників середовища. В умовах зміни клімату актуальним є створення сортів і гібридів, які б поєднували високу продуктивність і генетичну стійкість до різних ґрунтово-кліматичних умов [1].

Зміна умов вирощування завжди пов'язана з проявом модифікаційної мінливості, з реакцією генотипу на середовище вирощування в процесі онтогенезу. З флуктуацією ознак, спричиненою впливом умов середовища на досліджувані генотипи, дослідник стикається,

починаючи з вивчення вихідного матеріалу і закінчуючи випробуванням вже створених сортів та гібридів. Водночас, від об'єктивності оцінки індивідуальних реакцій різних генотипів на чинники навколишнього середовища значною мірою залежить результативність його роботи [2, 3]. Дослідження меж мінливості є важливим також для визначення потенціалу продуктивності рослин і регулювання її за рахунок створення оптимальних умов, тому одним з ключових елементів раціонального застосування відповідних сортів або гібридів є інформація про адаптивність та стабільність прояву їхніх господарсько-цінних ознак.

Оцінка екологічної пластичності та стабільності сортів і гібридів сільськогосподарських культур дає можливість різнобічно охарактеризувати їх щодо потенціалу продуктивності, технологічної якості та стійкості до дії стресів [2].

Докладно сенс стабільності розкриває математична модель S. A. Eberhart, W. A. Russell [4], з якої випливає, що екологічна ста-

Inna Korovko

<http://orcid.org/0000-0003-1800-5961>

більшість характеризує регулярність норми реакції генотипу, відтворюваність її модифікаційної мінливості. Також відомо, що стабільність сорту – це показник стійкості реалізації певного генотипу саме в різних умовах середовища. У широкому сенсі стабільним вважають генотип, для якого зміни середовища не впливають на розвиток ознаки, тобто значення ознаки в різних екологічних умовах не відрізняється від середнього для сорту, від його генотипового середнього. У вузькому сенсі стабільність визначають як ступінь стійкості реалізації адитивного ефекту генотипу й середовища, або ступінь чутливості форми на зміну умов середовища конкретного генотипу від середньої чутливості всієї системи досліджуваних генотипів [5]. Таким чином, екологічна пластичність і стабільність є взаємодоповнюючими показниками: високостабільні гібриди на одну й ту саму зміну зовнішніх умов відповідають більш передбачуваною реакцією [6].

Мета досліджень – проаналізувати сучасні гібриди цукрових буряків за показниками пластичності й стабільності за допомогою статистичних методів аналізу. Виявити генотипи, широко адаптовані до різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування на території України, з подальшим наданням рекомендацій для виробництва.

Матеріали та методика досліджень

Об'єктами досліджень були гібриди цукрових буряків зарубіжної селекції. Дані про фірми-оригінатори, яким належать гібриди, та рекомендовані зони вирощування наведено в таблиці 1.

Зазначені гібриди, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2015 р., набули популярності серед виробників, тому актуальним є оцінювання їхньої реакції на зміну умов вирощування у зв'язку з нестабільністю кліматичних умов зон бурякосіяння.

Гібриди проходили експертизу в трьох ґрунтово-кліматичних зонах (Полісся, Лісостеп, Степ) у 9 пунктах випробування Українського інституту експертизи сортів рослин (Івано-Франківський, Львівський, Тернопільський, Хмельницький та Чернівецький Держекспертцентри; Корецька, Іллінецька, Березанська, Карлівська, Манківська, Олександрійська державні сортодослідні станції) протягом 2012–2014 рр. Дослідження проводили за методикою кваліфікаційної експертизи сортів рослин для визначення показників придатності для поширення в Україні [7].

Таблиця 1

Перелік досліджуваних гібридів цукрових буряків 2012–2014 рр. випробування

| Гібрид | Фірма-оригінатор | Рекомендовані зони вирощування |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 'Акація КВС' 'Аскета' | КВС ЗААТ АГ | СЛП |
| | Сингента Кроп Протекшн АГ | СЛП |
| 'Бізон' | Сесвандерхаве Н.В./С.А. | ЛП |
| 'Глоріанна КВС' | КВС ЗААТ АГ | СЛП |
| 'Монсан' | Сингента Кроп | СЛП |
| | Протекшн АГ | СЛП |
| 'Новелла' 'Протекта' | Марібо Сід ГмбХ | СЛП |
| | Сингента Кроп Протекшн АГ | СЛ |
| 'Протеус' 'Си Белана' | Марібо Сід ГмбХ | С |
| | Сингента Кроп Протекшн АГ | ЛП |
| 'Хайленд' | Сесвандерхаве Н.В./С.А | СЛП |

Показники екологічної пластичної та стабільності розраховували на основі даних Держсортвипробування за методикою Eberhart-Russell за допомогою пакету прикладних програм Math Cad 14. Ця методика дає можливість оцінити сорти та гібриди не тільки за усередненими показниками, а й за пластичністю (b), що є відображенням регресії сорту на зміну умов вирощування та стабільністю (W) цієї реакції. Сума квадратів взаємодії кожного сорту чи гібриду з умовами середовища поділяється на дві частини – лінійний компонент регресії (b) та його нелінійну частину, яка визначається середнім квадратичним відхиленням від лінії регресії (W) [4]. Якщо показник пластичності $b > 1$, то такий гібрид належить до високопластичних (відносно середньої групової), якщо $1 > b = 0$ – до відносно низькопластичних [8].

Важливим показником є також стабільність реакції за ступенем відхилення від регресії W. До екстенсивних гібридів відносять низькопластичні гібриди з невеликим значенням W, які широко адаптовані до несприятливих умов вирощування, але не є рентабельними, до інтенсивного типу належать високопластичні гібриди з низьким значенням W [9].

Результати досліджень

Нові перспективні гібриди цукрових буряків було статистично опрацьовано й оцінено за показниками врожайності (т/га), цукристості (%) та густоти стояння (тис. шт./га) стосовно їхньої пластичності й стабільності залежно від ґрунтово-кліматичних умов вирощування (табл. 2).

Таблиця 2

**Розрахунок пластичності й стабільності для гібридів цукрових буряків
(середнє за 2012–2014 рр.)**

| Гібрид | Показники продуктивності | | | | | |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|-------------|--------------------|------------|--------------------|
| | Урожайність | | Цукристість | | Збір цукру | |
| | b | W | b | W | b | W |
| 'Монсан' | 1,09 | $2,75 \times 10^{10}$ | 0,94 | $3,78 \times 10^7$ | 0,45 | $9,69 \times 10^7$ |
| 'Протекта' | 1,12 | $2,72 \times 10^{10}$ | 1,12 | $3,83 \times 10^7$ | 1,01 | $9,66 \times 10^7$ |
| 'Аскета' | 0,97 | $2,73 \times 10^{10}$ | 0,97 | $3,78 \times 10^7$ | 1,13 | $9,67 \times 10^7$ |
| 'Си Белана' | 0,92 | $2,77 \times 10^{10}$ | 1,20 | $3,78 \times 10^7$ | 1,08 | $9,65 \times 10^7$ |
| 'Бізон' | 0,88 | $2,75 \times 10^{10}$ | 1,26 | $3,82 \times 10^7$ | 1,00 | $9,62 \times 10^7$ |
| 'Хайленд' | 0,95 | $2,74 \times 10^{10}$ | 0,78 | $3,81 \times 10^7$ | 0,96 | $9,63 \times 10^7$ |
| 'Новела' | 1,15 | $2,72 \times 10^{10}$ | 0,77 | $3,79 \times 10^7$ | 1,08 | $9,65 \times 10^7$ |
| 'Протеус' | 1,03 | $2,78 \times 10^{10}$ | 1,29 | $3,79 \times 10^7$ | 1,17 | $9,67 \times 10^7$ |
| 'Глоріанна КВС' | 0,97 | $2,75 \times 10^{10}$ | 0,74 | $3,81 \times 10^7$ | 0,98 | $9,65 \times 10^7$ |
| 'Акація КВС' | 0,91 | $2,75 \times 10^{10}$ | 0,74 | $3,79 \times 10^7$ | 1,14 | $9,74 \times 10^7$ |

Примітка: b – пластичність; W – стабільність.

Проведені розрахунки свідчать, що гібриди 'Новела' ($b = 1,15$), 'Протекта' ($b = 1,12$), 'Монсан' ($b = 1,09$), 'Протеус' ($b = 1,03$) належать до групи зразків, у яких $b > 1$ за врожайністю. Ці гібриди можна вважати високопластичними, вони потребують високого рівня агротехніки й лише у разі забезпечення всіх вимог дадуть максимальний урожай.

Всі інші гібриди за врожайністю є низькопластичними, оскільки показник пластичності у них становить $1 > b = 0$. Їх доцільно використовувати на екстенсивному фоні, де за мінімальних витрат гібриди забезпечать максималні показники. Для визначення екологічної адаптивності досліджуваних гібридів було побудовано графіки (рисунки 1, 2).

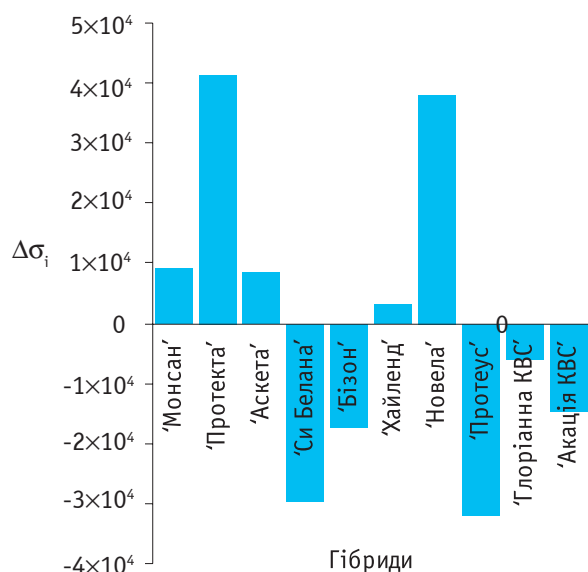


Рис. 1. Відхилення врожайності гібридів цукрових буряків від середньої дисперсії

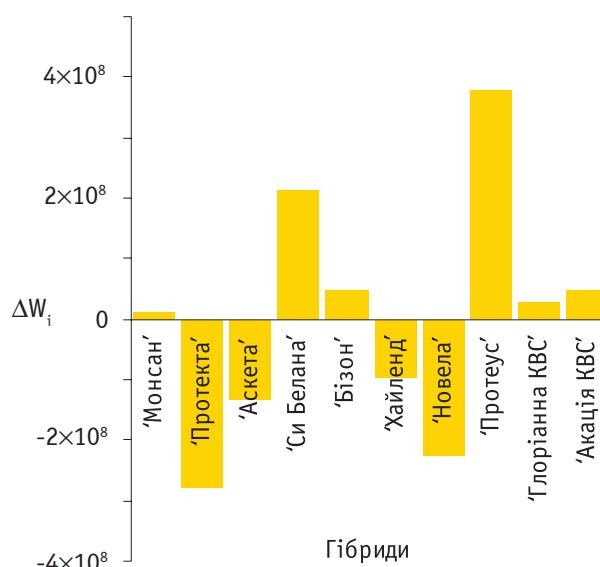


Рис. 2. Відхилення ознаки стабільності врожайності гібридів цукрових буряків від середньогрупового значення

З рисунків 1 і 2 випливає, що гібриди 'Протекта', 'Аскета', 'Хайленд', 'Новела' за врожайністю належать до інтенсивних. Екстенсивний тип серед досліджених гібридів не виявлено. Тривимірний графік залежності врожайності від умов вирощування (рис. 3) підтверджує, що зазначені гібриди протягом терміну випробування формували високу врожайність і лише невелика їх кількість відзначається нестабільністю за цим показником.

За показниками цукристості до високопластичних можна віднести гібриди 'Протеус' ($b = 1,29$), 'Бізон' ($b = 1,26$), 'Си Белана' ($b = 1,20$), 'Протекта' ($b = 1,12$).

Для цього показника побудовано також графіки відхилень від середньої дисперсії (рис. 3) та середньогрупового значення (рис. 4).

Інтенсивними за цукристістю є 'Акація КВС', 'Монсан', 'Аскета', 'Си Белана', 'Новела', 'Протеус'. Екстенсивних гібридів, у

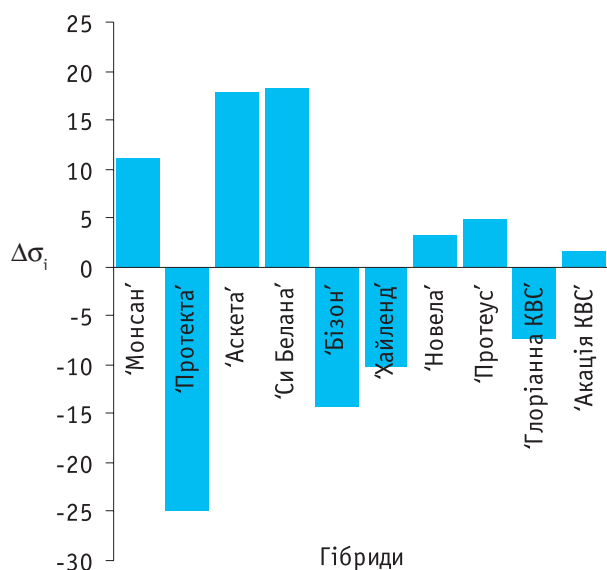


Рис. 3. Відхилення цукристості (%) гібридів цукрових буряків від середньої дисперсії

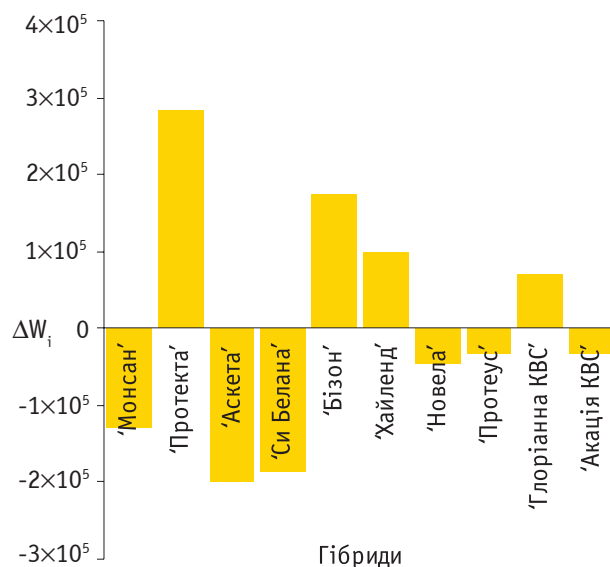


Рис. 4. Відхилення ознаки стабільності цукристості (%) гібридів цукрових буряків від середньогрупового значення

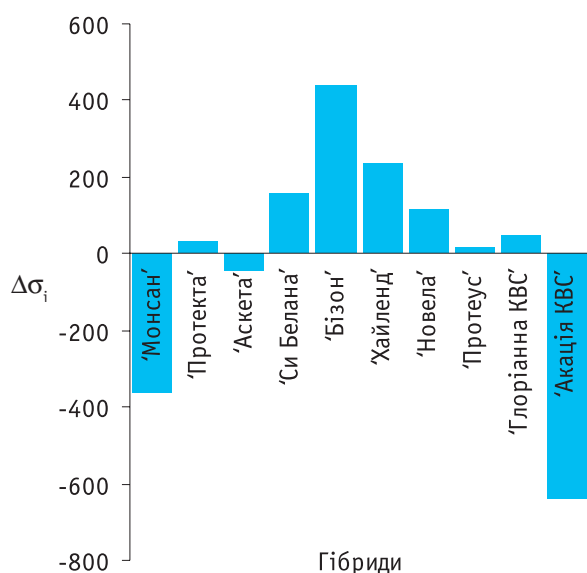


Рис. 5. Відхилення збору цукру (т/га) від середньої дисперсії

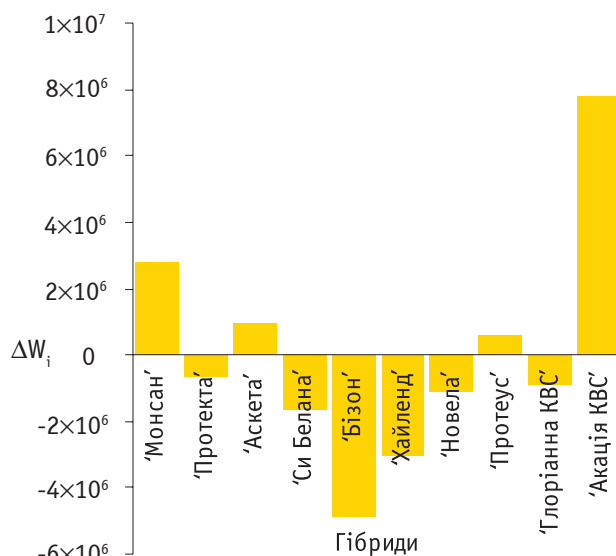


Рис. 6. Відхилення ознаки стабільності збору цукру (т/га) від середньогрупового значення

яких показники пластичності й стабільності є низькими, не виявлено. Майже всі гібриди за показником збору цукру є високопластичними, крім гібридів 'Монсан' (0,45), 'Хайленд' (0,96), 'Глоріанна КВС' (0,96).

Аналіз збору цукру за графічним даними (рис. 5, 6) дав можливість виявити інтенсивні сорти. Такими за цим показником є 'Протекта', 'Си Белана', 'Бізон', 'Хайленд', 'Новела', 'Глоріанна КВС'.

Висновки

Узагальнюючи результати досліджень гібридів цукрових буряків за екологічною пластичністю й стабільністю, вдалося виділити гібрид 'Новела', який за трьома досліджуваними показниками демонструє позитивну реакцію на поліпшення умов вирощування, а отже, є інтенсивним. 'Протекта' і 'Хайленд' виявились інтенсивними за двома характеристиками – врожайністю й густотою, гібрид 'Аскета' – за врожайністю й цукристістю. У разі застосування інтенсивних технологій вирощування культури доцільно вирощувати високопластичні гібриди, такі як 'Протеус' і 'Протекта', які за всіма досліджуваними показниками виявили позитивну реакцію на поліпшення умов вирощування. 'Хайленд' і

тими показниками демонструє позитивну реакцію на поліпшення умов вирощування, а отже, є інтенсивним. 'Протекта' і 'Хайленд' виявились інтенсивними за двома характеристиками – врожайністю й густотою, гібрид 'Аскета' – за врожайністю й цукристістю. У разі застосування інтенсивних технологій вирощування культури доцільно вирощувати високопластичні гібриди, такі як 'Протеус' і 'Протекта', які за всіма досліджуваними показниками виявили позитивну реакцію на поліпшення умов вирощування. 'Хайленд' і

‘Глоріанна КВС’ є низькопластичними також за всіма трьома ознакам, і їх краще використовувати на екстенсивному фоні, де за мінімальних витрат гібриди забезпечують максимальні значення показників.

Використана література

1. Кильчевский А. В. Основные направления экологической селекции растений / А. В. Кильчевский // Селекция и семеноводство. – 1993. – № 3. – С. 5–10.
2. Потанин В. Г. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений / В. Г. Потанин, А. Ф. Алейников, П. И. Степочкин // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 3. – С. 548–552.
3. Кравченко Р. В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : монография / Р. В. Кравченко. – Ставрополь : [б. и.], 2010. – 208 с.
4. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6, No. 1. – P. 36–40.
5. Tai Q. C. C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials / Q. C. C. Tai // Crop Sci. – 1971. – Vol. 11, No. 2. – P. 184–190. doi: 10.2135/cropsci1971.0011183X001100020006x
6. Корепанов Е. В. Экологическая пластичность сортов льна-долгунца в условиях Среднего Предуралья / Е. В. Корепанов, И. Ш. Фатыхов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 27–30.
7. Методика проведення експертизи сортів рослин групи технічних та кормових на придатність до поширення в Україні (ПСП) / за ред. С. О. Ткачик. – 3-тє вид., випр. і доп. – Вінниця : Нілан-ЛТД, 2015. – 74 с.
8. Василюк П. М. Оцінка стабільності і пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимой в умовах Лісостепу України / П. М. Василюк // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2014. – № 1. – С. 15–18.
9. Рыбас И. А. Оценка параметров экологической пластичности и стабильности сортов озимой мягкой пшеницы / И. А. Рыбас // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 6. – С. 26–29.

УДК 633.63.57.022

Коровко И. И. Экологическая пластичность и стабильность новых гибридов сахарной свеклы // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2016. – № 3. – С. 91–96. [http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.3\(32\).2016.76023](http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.3(32).2016.76023)

Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03141, Украина, e-mail: InnaKorovko1990@gmail.com

Цель. Проанализировать современные гибриды сахарной свеклы за показателями пластичности и стабильности. Выявить генотипы, адаптированные к различным почвенно-климатическим зонам на территории Украины с последующим предоставлением рекомендаций для производства. **Методы.** Полевая, лабораторная, аналитический и статистический. **Результаты.** Изучены особенности формирования продуктивности новых гибридов сахарной свеклы в различных почвенно-климатических зонах Украины с последующим предоставлением рекомендаций по размещению гибридов по регионам свеклосеяния. Установлена реакция генотипа на изменение условий среды, степень влияния их на урожайность, сахаристость, сбор сахара путем оценки гибридов по показателям экологической пластичности и стабильности. В соответствии с проведенными расчетами гибриды ‘Новелла’ (b = 1,15), ‘Протекта’ (b = 1,12), ‘Монсан’ (b = 1,09), ‘Протеус’ (b = 1,03) по урожайности можно счи-

References

1. Kil'chevskiy, A. V. (1993). Main directions of ecological breeding of plants. *Selektsiya i semenovodstvo* [Plant Breeding and Seed Science], 3, 5–10. [in Russian]
2. Potanin, V. G., Aleynikov, A. F., & Stepochkin, P. I. (2014). New approach to the evaluation of ecological plasticity of plant varieties. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii* [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], 3, 548–552. [in Russian]
3. Kravchenko, R.V. (2010). *Agrobiologicheskoe obosnovanie polucheniya stabil'nykh urozhav zerna kukuruzy v usloviyakh stepnoy zony Tsentral'nogo Predkavkaz'ya* [Agrobiological substantiation of obtaining stable yields of maize grain under the conditions of the Steppe zone of Central Ciscaucasia]. Stavropol: N.p. [in Russian]
4. Eberhart, S. A., & Russell, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6(1), 36–40.
5. Tai, Q. C. C. (1971). Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. *Crop Sci.*, 11(2), 184–190. doi: 10.2135/cropsci1971.0011183X001100020006x
6. Korepanova, E. V., & Fatyhov, I. Sh. (2012) Ecological plasticity of fiber flax cultivars under the conditions of the Middle Cis-Ural Region. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Samara State Agricultural Academy Bulletin], 4, 27–30. [in Russian]
7. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2015). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy tekhnichnykh ta kormovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini (PSP)* [Methods of examination of plant varieties of feed and industrial group on suitability for dissemination in Ukraine]. (3rd ed., rev.). Vinnytsia: Nilan-LTD. [in Ukrainian]
8. Vasyliuk, P. M. (2014). Assessment of stability and plasticity of productivity indices and quality of new soft winter wheat varieties under the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine. *Sortovivchennâ ohor. prav sortiv rodlin* [Plant Varieties Studying and Protection], 1, 15–18. [in Ukrainian]
9. Rybas, I. A. (2014). Estimation of parameters of ecological plasticity and stability of winter wheat varieties. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian journal of Ural], 6, 26–29. [in Russian]

тать высокопластичными, им необходим высокий уровень агротехники и только при соблюдении всех требований они дадут максимальный урожай. К высокопластичным по сахаристости относятся ‘Протеус’ (b = 1,29), ‘Бизон’ (b = 1,26), ‘Си Белана’ (b = 1,20), ‘Протекта’ (b = 1,12). Почти все гибриды по показателю сбора сахара являются высокопластичными, кроме гибридов ‘Монсан’ (b = 0,45), ‘Хайленд’ (b = 0,96), ‘Глоріанна КВС’ (b = 0,96). **Выводы.** По результатам исследования можно рекомендовать производителям гибриды ‘Протеус’ и ‘Протекта’, которые по всем исследуемым показателям проявили реакцию на улучшение условий выращивания. Гибриды ‘Хайленд’ и ‘Глоріанна КВС’ целесообразно использовать на экстенсивном фоне, где при минимальных затратах значения показателей у них будут максимальными.

Ключевые слова: гибриды сахарной свеклы, реализация продуктивности, экологическая пластичность и стабильность.

UDC 633.63.57.022

Korovko, I. I. (2016). Ecological plasticity and stability of new sugar beet hybrids. *Sortovivčennâ ohor. prav sorti roslin* [Plant Varieties Studying and Protection], 3, 91–96. [http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.3\(32\).2016.76023](http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.3(32).2016.76023)

Institute of bioenergy crops and sugar beet NAAS, 25, Klinichna st., Kyiv, 03141, Ukraine, e-mail: InnaKorovko1990@gmail.com

Purpose. To analyze modern sugar beet hybrids in terms of plasticity and stability indices. To identify genotypes adapted to different soil and climatic zones on the territory of Ukraine with subsequent recommendations related to the production. **Methods.** Field study, laboratory testing, analytical procedure and statistical evaluation. **Results.** Features of productivity formation in new sugar beet hybrids in different soil and climatic zones of Ukraine has been studied with further recommendations for hybrids distribution in regions of sugar beet production. Response of genotype to environmental conditions change, degree of their impact on yield level, sugar content, sugar yield by hybrids evaluation in terms of ecological plasticity and stability indices was defined. According to calculations, such hybrids as 'Novela' (b = 1,15), 'Protekta' (b = 1,12), 'Monsan' (b = 1,09), 'Proteus' (b = 1,03) can be considered as highly adaptive for yield level,

they require advanced agrotechnology, and only in case of observing all requirements they will produce maximum yield. 'Proteus' (b = 1,29), 'Bizon' (b = 1,26), 'Si Belana' (b = 1,20), 'Protekta' (b = 1,12) hybrids were highly adaptive for sugar content. Almost all hybrids showed high plasticity for sugar yield index, except 'Monsan' (b = 0,45), 'Highland' (b = 0,96), 'Glorianna KWS' (b = 0,96). **Conclusions.** According to the results of investigation, one can recommend producers to use 'Proteus' and 'Protekta' hybrids that revealed a positive response to improvement of growing conditions for all studied parameters. 'Highland' and 'Glorianna KWS' hybrids are advisable to grow on extensive background where at minimum cost they will form the maximum parameter values.

Keywords: *sugar beet hybrids, implementation of productivity, ecological plasticity and stability.*

Надійшла 13.04.2016