

сення повного мінерального удобрення та смугового способу сівби бобово-злакових сумішей люцерни із стоколосом і тонконогом (15025 грн/га), а також з очеретяною і тонконогом (14850 грн/га).

Ключові слова: економічна ефективність, видовий склад, травосуміші, рівень удобрення, спосіб сівби.

Освещено влияние способов сева, уровня минерального удобрения и видового состава многолетних травосмесей на формирование экономической эффективности их выращивания. Используются следующие виды и сорта трав: люцерна посевная сорта Синюха, двукосточник тростниковый сорта Киевская, пырей безкорневой сорта Марусинский, костер безостый сорта Арсен, овсяница луговая сорта Катрина, ежа сборная сорта Украинка, мятлик луговой сорта Приекульский. Изучали влияние сева в один ряд и отдельно полосами через 2 ряда. Установлено, что наивысший уровень чистой прибыли с 1 га посева обеспечивается при внесении полного минерального удобрения и полосового способа сева бобово-злаковых смесей люцерны с кострецом и мятликом (15025 грн/га), а также с двукосточником и мятликом (14850 грн/га).

Ключевые слова: экономическая эффективность, видовой состав, травосмеси, уровень удобрения, способ сева.

Highlighted the influence of sowing methods, fertilizer levels and species composition of perennial grass mixtures on the formation of the cost-effectiveness of their cultivation. The following species and varieties of herbs was used: Medicago sativa variety Sinjuha, Phalaroides arundinacea variety Kievskaja, Elytrngia rüpens variety Marusinsky, Brfmus inzrmis variety Arsen, Festuca pratensis variety Katrina, Döctylis glomerbta variety Ukrainka, Poa pratünsis variety Priekulsky. We studied the effect of sowing in one row and separated bands after 2 rows. It was found that the highest level of net income from 1 hectare of crop is ensured by introducing complete mineral fertilizer, and the strip method of sowing legume-grass Medicago sativa mixtures with Brfmus inzrmis and Poa pratünsis (15025 UAH / ha), as well as reed canary grass and meadow grass (14850 UAH / ha).

Key words: economic efficiency, species composition, mixtures, the level of fertilizer, sowing method.

Рецензенти:

Вергунов В.А. — д. с.-г. наук, професор

Доля М.М. — д. с.-г. наук, професор

Стаття надійшла до редакції

УДК 633.11:631.527:631.524.022

В. М. Стариченко, кандидат сільськогосподарських наук

М. І. Штакал, доктор сільськогосподарських наук

Л. М. Голик, кандидат сільськогосподарських наук

А. М. Кирильчук, кандидат сільськогосподарських наук

Н. А. Ткачова, кандидат сільськогосподарських наук

ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

МОДЕЛЬ СОРТУ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО СПИРТОДИСТИЛЯТНОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНА

Конкурентоздатні сорти порівняно нової культури тритикале озимого існують і будуть надалі стрімко удосконалюватися. За останнє десятиріччя тритикале стало однією з найбільш перспективних врожайних зернових культур. Зростають посівні площі. У великих селекційних центрах світу посилюється пошук ефективних методів створення нових форм, технологій вирощування і переробки зерна тритикале для різних галузей промисловості [1, 2]. Одна з таких форм переробки зерна тритикале – виробництво на його основі біоетанолу.

У Україні, виходячи з ґрунтово-кліматичних умов, джерела для біопалива можна розташувати в такій послідовності: кукурудза, тритикале, пшениця, різні види сорго та проса, цукровий буряк, соняшник, ріпак. Проте сорти цих культур досить суттєво відрізняються між собою за ефективністю переробки збіжжя в етанол [3]. Найвищі показники виходу етанолу відмічено у сортів пшениці, озимого тритикале і гібридів кукурудзи [4].

Як між зерновими культурами загалом, так і між сортами і гібридами існує доволі велика відмінність за ферментабельністю зерна і крохмалю. Істотна частка цієї варіабельності має конкретну генетичну основу, яка може бути впевнено ідентифікованою і керованою методами селекції при створенні сортів і гібридів спиртодистильного напрямку технологічного використання зерна [4].

Вирішення проблеми підвищення ефективності виробництва біоетанолу шляхом удосконалення тритикале озимого за допомогою селекції і використання досягнень геноміки і біотехнології на сьогодні є актуальним завданням. Реалізація його дозволить розшири-

© Стариченко В. М., Штакал М. І., Голик Л. М., Кирильчук А. М., Ткачова Н. А., 2016

ти й удосконалити сировинну базу для забезпечення в найближчому майбутньому якісних змін в біоенергетиці України. З цією метою був залучений спеціальний генетичний матеріал, відпрацьовані методи оцінки зерна за ферментабільністю [4,5,6]. Однак, перш ніж розпочати селекційну роботу, потрібно скласти модель сорту, сховану у підсвідомості досвідченого селекціонера [7]. Модель сорту – це своєрідне робоче креслення, ґрунтуючись на якому він створює теоретично обґрунтований ідеал генотипу.

Мета роботи. Було поставлене завдання визначити селекційно-генетичні критерії та створити модель сорту тритикале озимого спиртодистильного напрямку використання зерна.

Матеріали і методи. Як матеріал для дослідження були використані колекційні зразки, гібридний матеріал та селекційні лінії тритикале озимого, створені у відділі селекції і насінництва зернових культур ННЦ «Інститут землеробства НААН».

У дослідженнях використовували загальноприйняті методи оцінки. Урожайність та крупність зерна визначають згідно з «Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур» [8], вміст крохмалю та білку – методом інфрачервоної спектроскопії, процедура ферментації – згідно з галузевим стандартом ТУ 46.045-2003 [5], гранулометричний аналіз – методом світлової мікроскопії, вміст амілози - методом спектрофотометричного визначення вмісту амілози [9] або детекцією генів *Wx* за допомогою ПЛР-аналізу.

Результати і обговорення. В процесі виконання роботи встановлено, що для успішного створення сортів тритикале спиртодистильного напрямку використання зерна необхідно залучення нового вихідного матеріалу, який би характеризувався високою врожайністю, високим вмістом крохмалю та високою ефективністю трансформування його в біоетанол. Для цього, починаючи з підбору пар для схрещування та протягом всього селекційного процесу, потрібно звертати увагу на такі показники: урожайність (підбір пар, добір на урожайність), вміст крохмалю (контроль якості зерна), крупність насіння (позитивно корелює з вмістом крохмалю, забезпечує стабільність високого вмісту крохмалю незалежно від умов вирощування), вміст білку (негативно корелює з вмістом крохмалю, проте збільшує кормову цінність використаного шроту), лінійні розміри гранул крохмалю (чим менші гранули, тим більша площа реакції), стійкість гранул до механічного руйнування (у м'язокерних зразків гранули руйнуються легше), співвідношення амілоза/амілопектин

(контролюється генами *Wx* пшеничного компонента каріотипу тритикале), вихід етанолу з одиниці маси крохмалю. На основі цього визначено селекційно-генетичні критерії, актуальні при створенні вихідного матеріалу для сортів спиртодистильного напрямку використання зерна: урожайність, вміст крохмалю, крупність насіння, вміст білку, лінійні розміри гранул крохмалю, стійкість гранул до механічного руйнування, співвідношення амілоза/амілопектин, вихід етанолу з одиниці маси крохмалю.

Отримані нами експериментальним шляхом максимальні значення за показниками становили: урожайність – 10,8 т/га, вміст крохмалю – 71,4 %, маса 1000 насінин – 58,2 г, вихід біоетанолу з 1 т шроту – 464 л. За даними Рибалки О. І. та ін. [4], вихід біоетанолу може становити більше 500 л/т. Вміст амілози у крохмалі тритикале становить 20-30 %, при цьому, за даними Sharma, R. та ін. [10], вміст амілози у тритикале нормального типу становить в середньому 26 %, у частково «ваксі» тритикале – 21,5 %.

Групуючи показники урожайності, структури урожаю, стійкості до біотичних і абіотичних факторів середовища та показники якості зерна, актуальні для сорту спиртодистильного напрямку, сформовані параметри моделі сорту тритикале озимого (табл. 1).

Таблиця 1. Основні параметри моделі сорту тритикале озимого спиртодистильного напрямку використання зерна для Північного Лісостепу та Полісся України

Показники	Рівень розвитку ознак	
	районовані сорти	створювані сорти
Потенційна продуктивність, т/га	8-9	10-12
Вміст у зерні, %:		
крохмалю	65-70	70-75
білку	8,0-12,5	6,5-8
Вихід спирту з 1 т шроту, л	360-450	450-600
Вміст амілози в крохмалі, %	22-27	0-20
Розмір гранул крохмалю, мкм	24 -27	20-23
Маса 1000 зерен, г	45-55	55-60
Стійкість до вилягання, бал	7-9	8-9
Морозостійкість на вузлі кушіння, °С	-17 - -20	-19 - -23
Ураження хворобами, %:		
борошниста роса	5-15	0-5
бура іржа	6-15	0-5
септоріоз листя	6-20	5-15

Визначено рекомендований рівень розвитку ознак сорту тритикале озимого для спиртодистильного напрямку технологічного вико-

ристання зерна: урожайність більше 10 т/га, маса 1000 зерен 55-60 г, вміст крохмалю більше 70 %, в ньому амілопектину більше 75 %, білку 6-10 %, діаметр гранул крохмалю менше 23 мкм, вихід спирту з однієї тони шроту більше 450 л.

Висновки

Розроблено модель сорту та визначено рекомендований рівень розвитку ознак сорту тритикале озимого для спиртодистильного напрямку технологічного використання зерна. При забезпеченні таких характеристик отримуємо вихід біоетанолу 4,5 тис. л/га, що виводить тритикале в лідери серед біоенергетичних культур для виробництва спирту. Враховуючи набагато нижчі затрати при виробництві спирту із зерна, ніж при виробництві із зеленої маси інших культур, використання таких сортів тритикале достатньо економічно обґрунтоване.

1. Гірко, В. С. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України. Тритикале озиме. Біологія. Селекція. Насінництво. Технологія вирощування / В. С. Гірко, Н. А. Сабадін // За ред. В. Т. Колючого, В. А. Власенко, Г. Ю. Борсука. – Київ: Аграрна наука, 2007. – С. 523-668.
2. Спеціальна селекція польових культур: Навчальний посібник / В. Д. Бугайов, С. П. Васильківський, В. А. Власенко [та ін.]; за ред. М. Я. Молоцького. – Біла Церква, 2010. – 368 с.
3. Рибалка, О. І. Одержання біоетанолу із зернових виглядає більш привабливішим, ніж дизельного пального із соняшнику й ріпаку / О. І. Рибалка, В. М. Соколов // *Зерно і хліб*. – 2006. – № 4 (44). С. 22-25.
4. Генетичні та селекційні критерії створення сортів зернових культур спирто-дистильного напрямку технологічного використання зерна / О. І. Рибалка, М. В. Червоніс, Б. В. Моргун [та ін.] // *Физиология и биохимия культ. растений*. – 2013. – Том 45, № 1. – С. 3-19.
5. Поведемо мову про сорти та гібриди зернових, призначених для одержання біоетанолу / О. І. Рибалка, М. В. Червоніс, І. Г. Топораш, М. Г. Парфентьев // *Зерно і хліб*. – 2007. – № 3 (47). С. 6-11.
6. Червоніс, М. В. Селекційні критерії сортів та гібридів зернових культур для виробництва біоетанолу / М. В. Червоніс, І. О. Сурженко // *Зб. наук. праць СГІ*. – Одеса, 2009. – Вип. 14 (54). – С. 27-36.
7. Вавилов, Н. И. Селекция как наука / Н. И. Вавилов // *Избранные произведения в двух томах*. – Л., 1967. – Т.1. – С. 328-342.
8. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Випуск перший. Загальна частина. – Київ, 2000. – 100 с.
9. Метрولوجічна характеристика методу спектрофотометричного визначення вмісту амілози в крохмалі зерна селекційних ліній пшениці / І. В. Петрова, О. М. Хохлов, С. В. Чеботар, Ю. М. Сиволап // *Физиология*

и биохимия культ. растений. – 2010. – Том 42, № 2. – С. 146-152.
10. Sharma, R. Genetic variation for ‘waxy’ proteins and starch characteristics of triticale / Sharma, R., Cooper, K. V., Jenner, C. F. // *Proceedings of the 5th International Triticale Symposium, Radzikyw, Poland, 30 June – 5 July, 2002*. – Volume I: oral presentations 2002, – pp. 245-251.

1. Hirko, V. S., & Sabadin, N. A. (2007). *Seleksiia, nasinnnytstvo i tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh kolosovykh kultur u Lisostepu Ukrainy. Trytykale ozyme. Biolohiia. Seleksiia. Nasinnnytstvo. Tekhnolohiia vyroshchuvannia [Breeding, seed rising and technology of growing of cereal crops in the Forrest-Steppe of Ukraine. Winter triticale. Biology. Plant Breeding. Seed production. Technology of growing]*. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
2. Buhaiov, V. D., Vasykivskyi, S. P., & Vlasenko V. A. (2010). *Spetsialna seleksiia polovykh kultur [Special plant breeding of field crops]*. In Molotskyi, M. Ya. (Ed.), *Bila Tserkva*. [in Ukrainian].
3. Rybalka, O. I. & Sokolov, V. M. (2006). *Oderzhannia bioetanolu iz zernovykh vyhliadaie bilsh pryvablyvishym, nizh dyzelnoho palnoho iz soniashnyku y ripaku [Getting ethanol from cereal crops is more attractive than diesel from sunflower and rapeseed]*. *Zerno i khlib [Grain and bread]*, 4(44), 22-25. [in Ukrainian].
4. Rybalka, O. I., Chervonis, M. V., Morgun, B. V., Pochinok, V. M., & Polischuk, S. S. (2013). *Henetychni ta selektsiini kryterii stvorennia zernovykh kultur spyrto-dystyliatnoho napriamu tekhnolohichnoho vykorystannia zerna [Genetic and breeding criteria of crop cultivars production for ethanol distilling end-use]*. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rastenyi [Physiology and biochemistry of cultivated plants]*, 45(1), 3-19. [in Ukrainian].
5. Rybalka, O. I., Chervonis, M. V., Toporash, I. H., & Parfentev, M. H. (2007) *Povedemo movu pro sorty ta hibrydy zernovykh, pryznachenykh dlia oderzhannia bioetanolu [Lead talking about cereal varieties and hybrids, intended to produce of bioethanol]*. *Zerno i khlib [Grain and bread]*, 3(47), 6-11. [in Ukrainian].
6. Chervonis, M. V., & Surzhenko, I. O. (2009). *Selektsiini kryterii sortiv ta hibrydiv zernovykh kultur dlia vyrobnytstva bioetanolu [Genetic and breeding criteria of the starch to bioethanol transformation in crop varieties]*. *Zbirnyk naukovykh prats SHI–NTsNS [Collected scientific articles of PBGI-NCSCI]*, 14, 27-36. [in Ukrainian].
7. Vavilov, N. I. (1967) *Selektsiya kak nauka [Plant breeding as a science]*. Leningrad, Vol. 1, 328-342. [in Russian].
8. Derzhavna sluzhba z okhorony prav na sorty roslyn. *Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv Roslyn [State service of right protection for plant varieties. Ukrainian institute for plant variety examination]* (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Vypusk pershyi*.

Zahalna chastyna [Methods of state testing of crops varieties. Issue One. General Part]. Kyiv. [in Ukrainian].

9. Petrova, I. V., Khokhlov, A. N., Chebotar, S. V., & Sivolap, Yu. M. (2010) Metrolohichna kharakterystyka metodu spektrofotometrychnoho vyznachennia vmistu amilozy v krokhmalii zerna selektsiinykh linii pshenytsi [Metrological characteristic of the method of spectrophotometric determination of the amylose content in the grain starch of the breeding wheat lines]. Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy [Physiology and biochemistry of cultivated plants], 42(2), 146-152. [in Ukrainian].

10. Sharma, R., Cooper, K. V., & Jenner, C. F. (2002). Genetic variation for 'waxy' proteins and starch characteristics of triticale. In Proceedings of the 5th International Triticale Symposium (pp. 245-251), Radzikiw, Poland, 30 June - 5 July, 2002. Volume I: oral presentations 2002.

Метою роботи було створення моделі сорту тритикале озимого спиртодистильованого напрямку використання зерна для Північного Лісостепу та Полісся України. **Методи.** Обліки в польових та лабораторних умовах, інфрачервона спектроскопія, світлова мікроскопія. **Результати.** Визначені актуальні для тритикале спиртодистильованого напрямку використання показники, сформовані параметри моделі сорту тритикале озимого. Визначено рекомендований рівень розвитку ознак: урожайність більше 10 т/га, маса 1000 зерен 55-60 г, вміст крохмалю більше 70 %, в ньому амілопектину більше 75%, білку 6-10 %, діаметр гранул крохмалю менше 23 мкм, вихід спирту з однієї тони шроту більше 450 л. **Висновки.** Розроблено модель сорту та визначено рекомендований рівень розвитку ознак сорту тритикале озимого для спиртодистильованого напрямку технологічного використання зерна. При забезпеченні таких характеристик отримуємо вихід біоетанолу 4,5 тис. л/га, що виводить тритикале в лідери серед біоенергетичних культур для виробництва спирту.

Ключові слова: тритикале, модель сорту, селекційно-генетичні критерії, біоетанол.

Целью работы было создание модели сорта тритикале озимого спиртодистильованого направления использования зерна для Северной Лесостепи и Полесья Украины. **Методы.** Учёты в полевых и лабораторных условиях, инфракрасная спектроскопия, световая микроскопия. **Результаты.** Определены актуальные для тритикале спиртодистильованого направления использования показатели, сформированы параметры модели сорта тритикале озимого. Определён рекомендованный уровень развития признаков: урожайность более 10 т/га, масса 1000 зёрен 55-60 г, содержание крахмала более 70 %, в нём амилопектина – более 75 %, белка – 6-10 %, диаметр гранул крахмала менее 23 мкм, выход спирта из 1 т шрота более 450 л. **Выводы.** Разработана модель сорта и определен рекомендованный уровень развития признаков сорта тритикале озимого спиртодистильованого направления использования зерна. При обеспечении таких характеристик получаем выход биоэтанола 4,5 тыс. л/га,

что выводит тритикале в лидеры среди биоэнергетических культур для производства спирта.

Ключевые слова: тритикале, модель сорта, селекционно-генетические критерии, биоэтанол.

The aim was to create a model of winter triticale variety for bioethanol production for the Northern Forest-steppe and Polesie of Ukraine. **Methods.** Accounting in field and laboratory conditions, infrared spectroscopy, light microscopy. **Results.** Identified indicators which are actual for the triticale for bioethanol production, were formed parameters of the model of winter triticale varieties. Determined the recommended level of characteristics: yield over 10 t/ha, the mass of 1000 grains 55 - 60 g, starch content of more than 70%, protein 6 - 10%, amylopectin more than 75%, the diameter of the starch granules less than 23 microns, the yield of alcohol from one ton grain more than 450 liters. **Conclusions.** The model of variety was created and the recommended level of characteristics of winter triticale variety for bioethanol production was established. In the case of realization of these characteristics we receive 4.5 thousand liters/ha of bioethanol, triticale became the leader of bioenergy crops for the production of alcohol.

Key words: triticale, variety model, breeding and genetic criteria, bioethanol.

Рецензенти:

Левченко Т.М. — к. с.-г. н.

Буняк О.І. — к. с.-г. н.

Стаття надійшла до редакції 01.06.2016 р.