

NEW CULTIVAR

ГТЕ Яспис – Сорт зимен двуреден ечемик

Галина Михова¹ • Валентин Байчев¹

¹Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево, 9521, Генерал Тошево

Автор за кореспонденция: Галина Михова; E-mail: gm_mihova@abv.bg

GTE Yaspis – a two-rowed winter barley variety

Galina Mihova¹ • Valentin Baychev¹

¹Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo, 9521, General Toshevo, Bulgaria

Corresponding Author: Galina Mihova; E-mail: gm_mihova@abv.bg

Received: February 2021 / Accepted: February 2021 /

Published: March 2021 © Author(s)

Abstract

Mihova, G. & Baychev, V. (2021). GTE Yaspis – a two-rowed winter barley variety. Field Crops Studies, XIV(1), 35-48.

Beer is one of the first beverages people made, and nowadays it is the most popular drink in many places all over the world. From ancient traditions to modern technologies, the main raw material for its production has been the barley malt. In breeding, however, it is extremely difficult to combine a complex of traits meeting the demands of the consumers, the grain producers and the brewers. In most cases the successful enhancement of the production potential causes deterioration of stress tolerance and quality. The use of donors with good combining ability and different genetic basis is the most realistic possibility for development of malting barley varieties which combine a greater number of desired traits at an acceptable level. In 2012, with order No RD 12-19 of the Ministry of Agriculture of Bulgaria, a two-rowed winter barley variety GTE Yaspis, developed at Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo, was released. The variety is protected with certificate No 11039 / 31.03.2014 of the Patent Agency. The aim of this investigation was to

make economic characterization of two-rowed winter barley variety GTE Yaspis. The biological and economic properties were evaluated within the system of the national Executive Agency of Variety Testing, Field Inspection and Seed Control (EAVTFISC) during 2009 – 2010 and 2010 – 2011. Averaged for the period of testing, the relative yield was with 8.3 % above the national standards. The date to heading was simultaneous with that of cultivar Emon and 2-3 days earlier than that of cultivars Obzor and Kaskadyor 3, but the duration of the vegetative growth was equal to their. The technological assessment of the new variety showed higher 1000 kernel weight and high uniformity of grain. By malting properties, the variety was equal to the mean standard. The advantages of GTE Yaspis are high resistance to net blotch and to unfavorable winter conditions.

Key words: winter two-rowed barley, GTE Yaspis, abiotic stress, biotic stress, productivity.

Въведение

Зърно- и пивопроизводителите налагат сериозни критерии по отношение създаването и внедряването на нови сортове пивоварен ечемик. Наред с добива и пивоварно-технологични качества те търсят възможности за по-ефективно производство. В селекцията обаче е изключително трудно съчетаването на комплекс от признаци и често се налага известен компромис. Проблемите са свързани с трудно идентифициране на подходящ изходен материал за подобрителната работа, несигурни критерии за оценка на полученото разнообразие, произтичащо вариране под влияние факторите на средата и приложената агротехника (Friedt, 2011; Matthies et al., 2014; Vulcheva et al., 2014;). В повечето случаи успехът при увеличаване на продуктивния потенциал води до влошаване на толерантността към стрес и качеството (Gous et al, 2015). Основни насоки на селекционната програма по ечемик (Mihova, 2013) в Добруджански земеделски институт са: 1) извършване оценка на рисковите фактори за развитието и формиране на добива от зимен ечемик; 2) създаване на генофонд от образци, притежаващи ценни биологични и стопански качества; 3) използване на различни методи за създаване на генетично разнообразие и отбор; 4) изпитване на стабилни и перспективни линии в сортовете опити; 5) сортоподдържане и семеизобиране 6) селекционно-генетични проучвания. През 2012 година със заповед № РД 12-19 на министъра на земеделието е признат сорт зимен двуреден ечемик ГТЕ Яспис. Като такъв е защитен със сертификат № 11039/ 31.03.2014 на Патентно ведомство.

Целта на изследването е да се направи стопанска характеристика на сорт зимен двуреден ечемик ГТЕ Яспис.

Материал и методи

Представени са данни от конкурсните сортови опити на Добруджански земеделски институт. Изпитването е на парцели с големина 10 m², в пет повторения. Посевната норма е 420 кълняеми семена на m². Предшественикът е грах за зърно. Нивото на минералния азот през есента е около 0.05 t.ha⁻¹. Пролетното подхранване се извършва в края на м. февруари с 0.04 t.ha⁻¹ активно вещество азот. Биологичните и стопански качества са оценени в системата на Изпълнителната агенция по сортоизпитване, апробация и семеконтрол през 2009-2010 и 2010-2011 години (EAVTFISC, 2012). Държавното сортово изпитване на ечемик се провежда в 6 пункта на страната: Селановци, Г. Тошево, Бургас, Пордим, Чепинци и Раднево. На 06.06.2011 на опитното поле в с. Чепинци е паднала градушка, придружена със силен вятър. Регистрираният валеж в продължение на два часа е 100 l/m². Опитите са унищожени напълно, поради което комисия на ИАСАС ги бракува. Извършена е сравнителна оценка на базата на националните стандарти, които в групата на зимния пивоварен ечемик са Емон, Каскадър 3 и Обзор. Морфологичната характеристика е в съответствие техническия въпросник на СРОВ (2015), а фенологичното развитие е оценено по скалата на Zadoks et al. (1974). Обработката на експерименталните данни е осъществена с помощта на програмните пакети Microsoft Excel[®] и STATISTICA, release 7.0 (StatSoft Inc., 2004).

Резултати и обсъждане

Зимен двуреден ечемик ГТЕ Яспис е създаден от колектив на Добруджански земеделски институт, град Генерал Тошево по пътя на комбинативната селекция чрез осъществяване на хибридна комбинация Радон x 184-512. Радон е фуражен сорт с много добра студоустойчивост. Линията 184-512 е двуредна форма и произлиза от кръстоската Омега x Крона. След многократен индивидуален отбор в хибридната популация през 2006 година е отбрана линия 479-313, която е двуредна форма. При осъществяване на кръстоската е търсена възможност за прехвърляне на по-високо ниво на зимоустойчивост от многоредния генотип Радон, която да бъде съчетана с добрите пивоварни качества на Омега и Крона. Двуредният тип на класа при ечемика е доминантен признак. Често в хибридните популации на F₂ поколение се получава изключително високо ниво на разнообразие. То не съответства на очакваното фенотипно разпадане по тип на класа, което потвърждава сложната генетична основа на признака. Резултатите относно ефективността на селекционния процес при осъществяване на подобни кръстоски са противоречиви (Jui et al., 1997; Shahinnia et al., 2005). За значителен успех при провеждане на отбор

в хибридни популации между двуреден x многореден ечемик и във връзка с подобряване на зимоустойчивостта на ечемика съобщават Murányi and Pocsai (2007). Оценката на отбраната селекционна линия 479-313 продължава в Контролно изпитване през 2006-2007 година, а от 2007-2009 в Конкурсен сортов опит.

Таблица 1. Характеристика на растението.
Table 1. Plant characters.

Признаци Characters	Стадий Stage	Оценка Assessment	Влияние на средата върху изявата на признака Influence of environment		
			Няма None	Умерено Moderate	Силно Great
Тип на растеж Growth habit	25-29	 стелец / prostrate		+	
Окосмяване в основата на растението / Hairiness of the basal part of the plant	25-29	 наличие / present	+		
Антоцианово оцветяване в основата на растението Anthocyanin coloration of the basal part of the plant	25-29	наличие / present		+	
Височина (стъбло, клас), cm / Plant height (stem, ear), cm	80-92	75-109			+
Брой възли над възела на братене / Number of exposed nodes	80-92	5		+	

Морфологична характеристика (таблицы 1, 2 и 3). Докладите за Различимост, хомогенност и стабилност на ГТЕ Яспис са приети без забележки. По систематична принадлежност сортът се отнася към *Hordeum sativum* Jessen, ssp. *distichum* L. var. *nutans*. Стъблото е средно високо (75-109 cm), което е с 4-5 cm над стандарта Обзор. Растението пониква с тревисто зелен колеоптил. Характеризира със стелец тип на розетката във фаза братене,

с окосмяване и слабо антоцианово оцветяване в основата. Листата са тревисто зелени. Лигулата и ушичките са нормално развити със силно антоцианово оцветяване. При изкласяване честотата на растенията с извит флагов лист е висока. Класът е дълъг (7-9 cm), средно плътен, с много слаб восъчен налеп и хоризонтално положение във фаза млечна зрелост (фигура 1). Осилите са дълги, леко назъбени, с лек до среден антоцианов нюанс по върховете. Зърното е с белезникав цвят на алеироновия слой, без окосмяване на коремната brazда.

Таблица 2. Характеристика на листа.

Table 2. Leaf characters.

Признаци Characters	Стадий Stage	Оценка Assessment	Влияние на средата върху изявата на признака Influence of environment		
			Няма None	Умерено Moderate	Силно Great
Оцветяване на колеоптила Coloration of coleoptile	07-10	зелен / green		+	
Честота на растенията с извит флагов лист Frequency of plants with recurved flag leaf	47-51	висока / high		+	
Флагов лист: антоцианово оцветяване на ушички и лигула Flag leaf: antocyanin coloration of auricles and ligule	45-49	 силно / strong		+	

Таблица 3. Характеристика на класа.
Table 3. Ear characters.

Признаци Characters	Стадий Stage	Оценка Assessment	Влияние на средата върху изявата на признака Influence of environment		
			Няма None	Умерено Moderate	Силно Great
Брой редове Number of rows	80-92	 двуреден / two	+		
Восъчен налеп Waxiness	65-70	много слаб / weak		+	
Положение Attitude	70	хоризонтален / horizontal		+	
Форма Shape	80-92	паралелен / parallel	+		
Плътност Density	80-92	средна / medium		+	
Дължина (без осилите) Length (excluding awns)	80-92	дълъг / long		+	
Положение на стерилните класчета Attitude of sterile spikelets	92	слабо разклоняващи / weakly divergents		+	
Осили: антоцианово оцветяване на върха Awns: anthocyanin coloration of the tips	60-65	средно / medium		+	
Осили: дължина спрямо класа Awns: length compared to ear	80-92	дълги / long		+	
Зърно: окосмяване на коремната бразда Grain: hairness of ventral furrow	92	липсва / absent	+		
Оцветяване на алеироновия слой Coloration of aleurone layer	85-87	белезникав / whitish		+	



Фигура 1. Класове и зърно от двуреден ечемик ГТЕ Яспис.
Figure 1. Spikes and grains of two-rowed barley GTE Yaspis.

Биологични качества. ГТЕ Яспис е с типичен зимен тип на развитие. Въпреки, че стъблото е с по-голяма височина, то е здраво и еластично (таблица 4). През стопанската 2010 година благоприятни условия за диференциране на сортовете по устойчивост на полягане има в Чепинци, Г. Тошево и Раднево. ГТЕ Яспис е с балови оценки 8-9, което потвърждава високата му устойчивост. Тенденциите през стопанската 2011 година се запазват. От стандартните сортове с по-голяма чувствителност са Обзор и Каскадър 3. По устойчивост на пречупване на класовата шийка ГТЕ Яспис се отличава с максимална балова оценка във всички пунктове на страната и през двете години на изпитване. Варирането при стандартите е в границите на 5-9 бала и се определя от съчетанието на условията в края на вегетацията.

ГТЕ Яспис изкласяване средно с 1-2 дни по-рано от стандартите, но по продължителност на вегетационния период се изравнява с тях. Изследванията на авторския колектив показват, че сортът изкласява 2-5 дни преди Обзор и 1-2 дни след Емон.

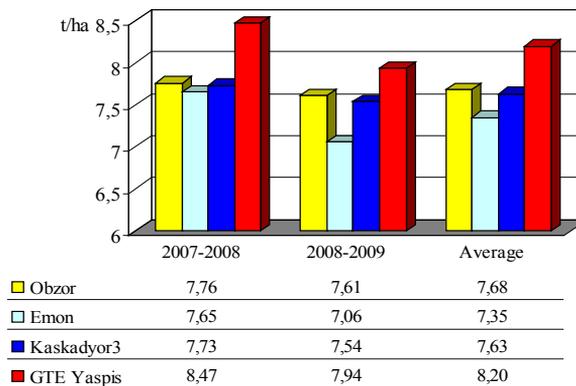
Продуктивност. ГТЕ Яспис е изпитан в Конкурсен сортов опит на ДЗИ през две стопански години. Полученият среден добив е $8.20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, което е 8.6 % над стандартите (фигура 2). Абсолютен максимален добив е отчетен през 2008 година ($8.47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), което представлява 9.1 % над по-силния стандарт Обзор. Резултатите от ИАСАС потвърждават установения по-висок продуктивен потенциал на ГТЕ Яспис. Във всички пунктове на страната средният добив е по-висок (фигура 3). С изключение на стойностите от пункт Селановци разликите са доказани на високо статистическо ниво. Най-висок абсолютен добив е отчетен в Чепинци $8.27 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, което е 21,2 % над средния стандарт, а най-нисък в Пордим $5.52 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, съответно превишението е 9.1 %.

Таблица 4. Биологични особености на ГТЕ Яспис и съответните национални стандарти.

Table 4. Biological characteristics of the GTE Yaspis in comparison with national standarts.

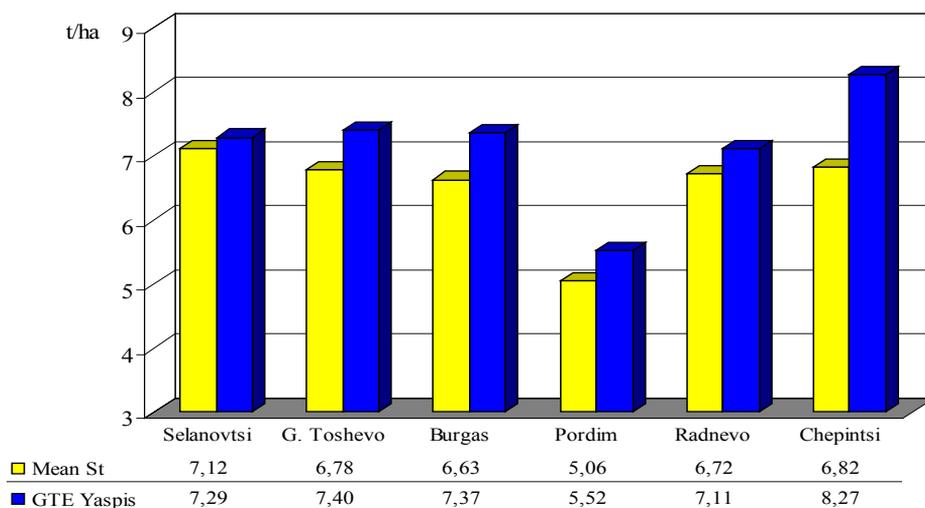
Признак Trait	Сорт Variety	Ср. стойност Mean	Вариране Variation
Височина на растението, cm Plant height, cm	Обзор / Obzor	90	75-105
	Емон / Emon	92	79-110
	Каскадьор 3/ Kaskadyor 3	90	75-105
	ГТЕ Яспис / GTE Yaspis	98	75-109
Полягане, бал* Lodging, score*	Обзор / Obzor	3	1-9
	Емон / Emon	5	3-9
	Каскадьор 3/ Kaskadyor 3	3	1-9
	ГТЕ Яспис / GTE Yaspis	7	7-9
Дни до изкласяване** Days to heading**	Обзор / Obzor	131	126-139
	Емон / Emon	127	126-137
	Каскадьор 3/ Kaskadyor 3	131	127-139
	ГТЕ Яспис / GTE Yaspis	128	126-138
Дни до узряване** Days to full maturity**	Обзор / Obzor	165	152-176
	Емон / Emon	162	151-175
	Каскадьор 3/ Kaskadyor 3	165	153-174
	ГТЕ Яспис / GTE Yaspis	164	153-177

* Бал: 1 - 100% полегнали растения; 9- стъблата са изправени; ** считано от 01.01 / Score: 1 – 100% lodging plants; 9 – upright plants; ** from 1st January.



Фигура 2. Среден добив (t.ha⁻¹) на зимен двуреден ечемик ГТЕ Яспис от КСО на ДЗИ, 2007-2009 г.

Figure 2. Average yield (t.ha⁻¹) of winter two-rowed barley GTE Yaspis of competitive trials in DAI, 2006-2009.



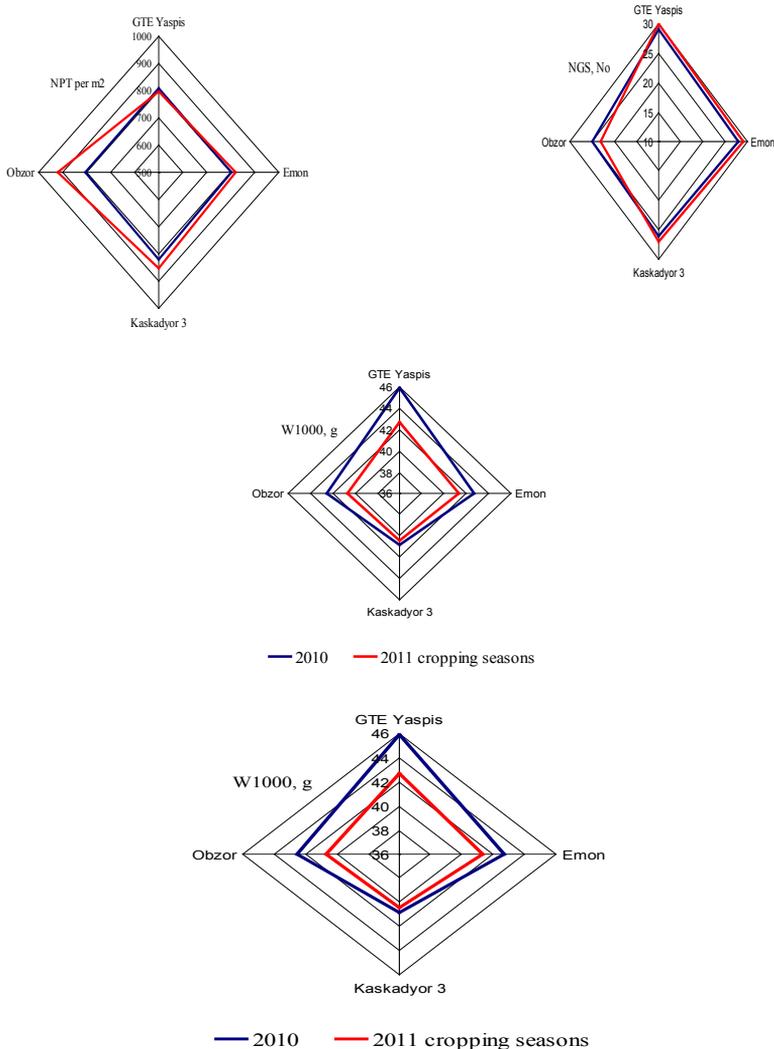
Фигура 3. Резултати от изпитването на ГТЕ Яспис през стопанските 2010 и 2011 години в системата на ИАСАС.

Figure 3. Results of GTE Yaspis productivity in the EAVTFISC, during cropping seasons 2010 and 2011.

При сравняване на компонентите на добива се наблюдават специфични особености (фигура 4). Продуктивната братимост на стандартите Обзор и Каскадър 3 е висока и с по-голямо вариране. ГТЕ Яспис и Емон са с по-ниски нива на признака като разликите по години са несъществени. ГТЕ Яспис и Емон компенсират с по-голям брой зърна в клас като през двете стопански години новият сорт е с максимални стойности. Най-значителни разлики са установени по отношение маса на 1000 зърна. Във всички пунктове и по години ГТЕ Яспис се отличава с по-едро зърно. През стопанската 2010 масата на 1000 зърна достига 45.9 g. На база предварителните изследвания на колектива и резултатите от изпитване в системата на ИАСАС може да се обобщи, че ГТЕ Яспис се характеризира със средна продуктивна братимост, формира по-голям брой зърна в клас, които са с висока абсолютна маса. Установената висока маса на 1000 зърна е свързана не само с генетичните особености на сорта. Определящи са по-добрата устойчивост към полягане, по-дългият период на наливане на зърното, както и по-дългото запазване на листната маса в резултат по-висока устойчивост към листни болести.

Устойчивост на болести. При успоредно проучване при полски условия и на инфекциозен фон, с изключение на черната ръжда, за която по-рядко има условия за разпространение са установени несъществени разлики по години (таблицы 5 и 6). В рамките на полските опити поражението от брашнеста мана

е слабо. И през двете стопански години основният рисков фактор с биотичен характер е кафявата ръжда. ГТЕ Яспис е с по-нисък процент на поражение спрямо средния стандарт като през 2010 година разликата е съществена. През същия вегетационен период тенденцията е сходна и по отношение на черна ръжда.



Фигура 4. Структура на добива през стопанските 2010 и 2011 години.

Figure 4. Yield structure during cropping seasons 2010 and 2011.

NPT per m² – брой продуктивни братя от 1 m², NGS, No – брой зърна от клас и W1000, g – маса на 1000 зърна / NPT per m² – number of productive tillers т 1 m², NGS, No – number of grains per spike and W1000, g – Thousand kernel weight.

Таблица 5. Поражение от болести при полски условия (максимален %), данни на ИАСАС.

Table 5. Diseases damage under field conditions (max.%), data of the EAVTFISC.

Болест Disease	Обзор Obzor	Емон Emon	Каскадър 3 Kaksadyor 3	ГТЕ Яспис GTE Yaspis
Брашнеста мана / Powdery mildew				
2009-2010	7.5	5.9	5.0	1.0
2010-2011	2.3	3.0	3.3	3.5
Кафява ръжда / Leaf rust				
2009-2010	20.0	50.0	10.0	12.2
2010-2011	24.5	34.5	44.0	33.5
Черна ръжда / Stem rust				
2009-2010	10.0	20.0	50.0	0.0
2010-2011	0.0	0.0	0.0	0.0

Таблица 6. Устойчивост на болести на инфекциозен участък (тип и степен на нападение), данни на ИАСАС.

Table 6. Resistance to some diseases under the artificial inoculation (type of infection and attacking rate), data of the EAVTFISC.

Болест Disease	Обзор Obzor	Емон Emon	Каскадър 3 Kaksadyor 3	ГТЕ Яспис GTE Yaspis
Брашнеста мана* Powdery mildew*	0-20 mr	0-90 ms	0-tr	0-tr
Кафява ръжда Leaf rust	0-40/4	0-60/4	0-25/4	0-15/4
Черна ръжда Stem rust	4/60	4/50	4/20	4/30

* tr – наблюдават се следи, устойчива реакция; mr – средна устойчивост; ms – средна чувствителност.

* tr – trace severity, resistant reaction; mr – moderately resistant; ms – moderately susceptible.

На изкуствен инфекциозен фон, ГТЕ Яспис показва много висока степен на устойчивост към брашнеста мана, докато стандартите Емон и Обзор попадат в групата на силно чувствителните и чувствителни сортове. През първата стопанска година не са отчетени разлики към кафява ръжда. Всички генотипове са с максимален бал на устойчивост. Към черна ръжда Каскадър 3 попада в групата на средно устойчивите, а Обзор и Емон показват силна чувствителност. С по-висока балова оценка, но също чувствителен е ГТЕ Яспис. Отчетен е и индексът на нападение от *Fusarium*

culmorum, *Fusarium graminearum* и *Fusarium oxysporum*. За контрола е използван стандарта с най-висок индекс на нападение. За *Fusarium graminearum* и *Fusarium oxysporum* това е Обзор. Новият сорт показва висока степен на устойчивост. По отношение на *Fusarium culmorum*, разликите варират в много тесни граници, а чувствителният стандарт е Емон. ГТЕ Яспис е с най-нисък индекс на нападение, спрямо всички генотипове.

Устойчивост на абиотичен стрес. При условията на Добруджа с по-добра зимоустойчивост се отличава ГТЕ Яспис. През първата реколтна година в повечето пунктове на ИАСАС презимувалият брой растения достига 98-100%. Най-нисък е той в Бургас. ГТЕ Яспис се изравнява със средния стандарт. През 2010-2011, в пунктове Генерал Тошево и Раднево презимуването е на 100%. В Селановци и Пордим ГТЕ Яспис има по-висок или равен процент презимували растения в сравнение със стандартите. По-нисък процент на презимуване е отчетен в Бургас. Въпреки това, в този пункт относителният добив е 111.3 % спрямо средния стандарт като разликата е доказана на високо статистическо ниво. Подобни резултати показват, че ГТЕ Яспис притежава компенсаторни механизми, даващи възможност за успешно преодоляване на стреса и формиране на висок добив. Лабораторното изпитване на студоустойчивостта е проведено при три температури: -10°C, -12°C и -14°C. Процентът на оцелелите растения на ГТЕ Яспис, при -10°C е с 18 процента по-висок. При -12°C, разликата е 6 %. При най-силен стрес ГТЕ Яспис се изравнява с контролния сорт Мираж, който е с ниво напълно достатъчно за условията на страната.

Технологична оценка. Комплексната технологична оценка показва, че ГТЕ Яспис съчетава висока продуктивност и добро ниво на пивоварно-технологичните качества (таблица 7). Екстрактното съдържание е един от най-важните показатели. При Обзор, Емон и Каскадьор 3 варира между 78.8 и 79.3 %, а новият сорт е със средна стойност 78 %, която покрива БДС (74.0-76.0 %). В същото време най-висок разтворим азот има малцът от ГТЕ Яспис, който е с 5 % повече от този на средния стандарт и е доказателство за нормално протичане на ферментационния процес. Получените стойности за екстрактна разлика и вискозитет свидетелствуват за добра цитолитична активност. Всички генотипове са със сходни стойности и покриват желаните критерии. ГТЕ Яспис се отличава с най-малко време на озахаряване (10 min). По признака превъзхожда стандартите, което потвърждава много добрата амилолитична ензимна активност и доброто разграждане на малца. Пивните мъсти са с цвят 2.5-3.0 ед. ЕВС, който е характерен за светлия малц.

Приоритет в селекционно-подобрителната работа със зимен ечемик на Добруджански земеделски институт е бързият темп на възстановяване на вегетацията през пролетните месеци. Тази особеност е свързана с желано

ниво на други стопански признаци и е необходимо да се има предвид при определяне на торовите норми и срокове на тяхното приложение (Mihova, 2013). При по-късно пролетно подхранване, азотът като важен макроелемент няма ефективно да бъде използван за формиране на общата биомаса и репродуктивни органи, а ще повлияе негативно върху качеството.

Таблица 7. Малцови качества на сорт ГТЕ Яспис, резултати от опити в системата на ИАСАС, средно 2009-2011.

Table 7. Malt qualities of varieties GTE Yaspis in EAVTFISC trials, average 2009-2011.

Сорт Variety	Екстр. съд. Volume of extract	Екстр. разлика Difference in extract	Време на озахаряване Saccharifica- tion	Вискозитет Viscosity	Цвят Colour	Разтворим азот Soluble nitrogen	Съд. на протеин Protein content
	%	%	min	mPa,s	score	mg/100 g	%
Обзор Obzor	79.3	1.9	15	1.52	2.5	668	10.7
Емон Emon	78.9	1.6	10-15	1.53	2.5	705	11.1
Каскадьор Kaskadyor	78.8	1.7	10-15	1.52	2.5	657	10.7
Яспис Yaspis	78.0	1.6	10	1.53	3.0	712	11.8

Заклучение

С решение на Експертната комисия по зърнено-житни култури към ИАСАС и заповед на зам. министъра на земеделието и храните по чл. 16 ал. 2 от Закона за посевния и посадъчния материал е утвърдено признаването и вписването в официалната листа на Р. България на сорт зимен двуреден ечемик ГТЕ Яспис. Испитан е в системата на ИАСАС през две стопански години. Реализираният среден добив е 8.27 t.ha^{-1} , което е 8.3 % над стандартите. Основна тежест в структурата на продуктивността имат по-големият брой зърна от клас и високата им абсолютна маса. Сортът се характеризира с устойчивост към брашнеста мана, кафява ръжда и висока към черна ръжда. Резултатите от технологичната оценка на ГТЕ Яспис показват добро ниво на пивоварните качества – екстрактното съдържание е с 1% по-ниско, но останалите показатели са по-добри или се изравняват с тези на стандартните сортове. В производството е необходимо да се има предвид бързият темп на възстановяване на вегетацията през пролетните месеци. Това налага по-ранно пролетно подхранване, осигуряващо нормално залагане на репродуктивните органи и игнорира евентуален негативен ефект върху реализиране на качествените показатели.

Литература References

- Executive Agency of Variety Testing, Field Inspection and Seed Control (2012). Bulletin. Results of the variety testing of field and vegetable varieties released for entry in the Official Variety List “A”, 40 (Bg).
- Friedt, W. (2011). *Barley breeding history, progress, objectives and technology*. In: Steven E. Ullrich (eds), *Barley: Production, Improvement, and Uses*, Blackwell Publishing Ltd, pp 661.
- Gous, P., Gilbert, R. & Fox, G. (2015). Drought-proofing barley (*Hordeum vulgare*) and its impact on grain quality: A review. *J. Inst. Brew.*, 121, 19–27.
- Jui, P., Choo, T., Ho, K., Konishi, T. & Martin, R. (1997). Genetic analysis of a two-row x six-row cross of barley using doubled haploid lines. *Theoretical and Applied Genetics*, 94, 549-556.
- Matthies, I., Malosetti, M., Röder, M. & van Eeuwijk, F. (2014). Genome-wide association mapping for kernel and malting quality traits using historical european barley records. *PLoS ONE*, 9 (11), <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0110046>
- Mihova, G. (2013). Winter barley breeding at Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo. *Scientific works, Institute of Agriculture, Karnobat*, Vol. 2 (1), 23-38. (Bg)
- Momčilović, M. & Pržulj, N. (2010). Characteristics of malting barley in southeast Europe. II. Winter barley. In: *Proceedings of the 10th International Barley Genetics Symposium*, 5-10 April 2008, Alexandria, Egypt, 495-505.
- Muranyi, I. & Pocsai, E. (2007). Breeding for winter hardiness in two-rowed barley using the major gene of a six-rowed barley variety. *Field Crops Studies*, Vol. IV-1, 25-31.
- Shahinnia, F., Rezai, A. & Tabatabaei, B. (2005). Variation and path coefficient analysis of important agronomic traits in two- and six-rowed recombinant inbred lines of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 41, 246-250.
- StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- CPOV (2015). Protocol for distinctness, uniformity and stability tests. *Hordeum vulgare* L. *sensu lato*. European Union, Community Plant Variety Office, 36pp.
- Valcheva, D., Vulchev, D., Gocheva, M., Duylgerova, B. & Dimitrova-Doneva, M. (2014). Productive potential of two-row barley and possibilities for its increase. *Scientific works, Institute of Agriculture, Karnobat*, Vol. 3 (1), 55-69. (Bg)
- Zadoks, J., Chang, T. & Konzak, B. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14, 415-421.
-