

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА СТУДОУСТОЙЧИВОСТТА, НА СОРТОВЕ ЗИМЕН ШЕСТРЕДЕН ЕЧЕМИК (*Hordeum vulgare* L.)

МАРИНА МАРЧЕВА\*, ВЕЛИЧКА КОТЕВА\*\*

\*Аграрен университет, Пловдив

\*\*Институт по земеделие, Карнобат

E-mail: \*marina.marcheva@au-plovdiv.bg; \*\*vilikoteva@yahoo.com

### Investigation of the Cold Resistance of Winter Six-row Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties

M. Marcheva\*, V. Koteva\*\*

\*Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria

\*\*Institute of Agriculture, Karnobat, Bulgaria

#### Abstract

The cold resistance of nine Bulgarian and foreign varieties six-row winter barley (*Hordeum vulgare* L.) has been investigated. In laboratory trial express methods for cold resistance based on the depression of root and shoot in low temperatures of has been used. The real winter hardiness and the production of grain yield in natural field conditions in 3 years have been calculated. The analogy in the results and the genotype's clustering prove the possibility for using this time – and consummative - saving method in the early plant breeding for cold resistance.

**Key words:** malting barley, cold resistance, plant breeding

Ечемикът е втората по значение за страната зимна зърнено-житна култура. Умерените ѝ биологични изисквания към почвата и климата я правят подходяща за отглеждане в почти всички райони на страната с интензивно или екологично отглеждане на полски култури. През последното десетилетие пазарната стойност на ечемика, формирана от вътрешния и международния пазар, е близка до тази на пшеницата. Ето защо в България се отглеждат ежегодно между 1 700 000 и 2 500 000 da ечемик. До приемането на страната ни в ЕС посочените площи се засяваха 90% с български сортове. След отваряне на пазара за семена навлязоха голям брой европейски сортове. Невинаги обаче те реализират оптимално високите си генетични заложи за продуктивност и качество поради специфични рискови почвено-климатични условия в районите, където се отглеждат. През последните години един от основните рискови фактори са необичайните минимални зимни температури на въздуха (често под минус 15 – 18 °C) и бързото повратно понижаване на температурата с амплитуда, по-голяма от 20 °C. Дистрибуторите на европейските сортове често отбелязват, че те са с добра зимоустойчивост, но без да показват критичната температура на измръзване и способността на сортовете да се възстановяват бързо от зимата. Това поставя чуждите сортове в непривична за тях обстановка и води до съществено понижаване на добива и финансови загуби на фермерите.

Според Драганов и др. (1986) и Лазаров (1986) ечемикът има умерени изисквания към температурата за поникване и есенно развитие. През зимата при добро закаляване той понася температура на въздуха до минус 10 – 12 °C при 24-часово въздействие, а при възела на братене – до минус 14 °C. Съвременните български селекционни постижения показват, че са създадени перспективни линии с най-ниска критична температура на измръзване минус 13,8 °C (Вълчев и др., 2007), други – с добра адаптивна способност за бърза регенерация след зимния период (Михова и др., 2007) и такива, съчетаващи добра студоустойчивост (до минус 10 – 12 °C) с висок добив и добри качества на зърното (Димова и др., 2005; Вълчев, Вълчева, 2005).

При оценка на студоустойчивостта и зимоустойчивостта на ечемика в селекционния процес се използват лабораторни и полски методи. Лабораторното изпитване във вегетационни камери с контролируеми фотопериод, температура и влага е скъпо, а полското изпитване изисква продължително време и труд. Поради това при тестирането на голям брой селекционни материали се предпочитат експресни, икономични методи. През последните години в нашата страна за тази цел се използва експресен метод на Божанова, Петрова (2000), работен за пшеница и по-късно, посочен като подходящ за тестиране на култури от сем. Gramineae (Ур и др., 2007).

Целта на проведеното изследване беше да се определи студоустойчивостта на внедрени в практиката български и европейски шестредни сортове ечемик при полски и лабораторни условия.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изпитването е проведено през периода 2011 – 2013 г. чрез лабораторен тест и точен полски опит. Проучени са 9 сорта шестреден ечемик (*Hordeum vulgare* L.) с произход от Denmark (Laverda), Germany (Wendy), Austria (Nicoletta, Heidi, Amorosa), Italy (Aliseo), Slovak Republic (Gerlach) и Bulgaria (Vesletc, IZ Bori) (табл. 1). Подбраните сортове са регистрирани в Европейската сортова листа и се отглеждат в полското зърнопроизводство на страната ни. Те се различават по реакцията им към ниски температури. По данни на селекционерите и дистрибуторите Wendy е с най-висока зимоустойчивост, следван от Laverda, Nicoletta и Heidi. Gerlach е с много добра зимоустойчивост, а Aliseo е студоустойчив. В изпитването са включени българският сорт Vesletc (стандарт за многоредните ечемиси в ИАСАС), притежаващ много добра студоустойчивост и зимоустойчивост от III група, определена по международна скала (Димова и др., 2005), както и новият български шестреден сорт IZ Bori. Лабораторните опити за студоустойчивост са извършени в Аграрния университет – Пловдив, а през периода 2011 – 2013 г. е проведен точен полски опит в Института по земеделие – Карнобат.

Тестирането е извършено по метода на депресия в растежните процеси на равнище кълн и корен, поставени при ниски положителни температури (Божанова, Петрова, 2000). Изпитването е проведено при две температури (26 °C и 4 °C) в четири повторения. Изчислен е коефициентът на депресия в растежа на кълна и корените по формулата на Blum et al. (1980):  $D_{\%} = [(A - B/A) \times 100]$ , където *A* е средна дължина на кълна/корените в контролния

вариант при 26 °C, а *B* е средна дължина на кълна/корените при 4 °C. Изпитването е извършено със семена от категория С1, под сито 1,8 + 2,0 mm.

Полското изпитване на сортовете е проведено в опитното поле на Института по земеделие в Карнобат на Излужена смолница (Pellic Vertisol) по блоков метод. Всеки вариант е заложен в 4 повторения с реколтна парцела от 10 m<sup>2</sup>. Ечемикът е засяван в оптималния за района срок (5 – 20. X) с 450 кълн. с./m<sup>2</sup> и е отглеждан по общоприета за страната технология; торен е с 10 kg/da а. в. N. Полската зимоустойчивост е отчетена като процент на презимувалите (в края на март) спрямо зазимувалите през есента (в края на ноември) растения. Добивът на зърно е представен при стандартна за ечемика влага – 13%.

Естественото плодородие на Излужената смолница се характеризира със средно съдържание на общ хумус (около 2,40%), от слабо кисела до неутрална реакция (рН във вода 6,5 – 6,8), добра запасеност с усвоим К<sub>2</sub>O (34 – 40 mg/100 g), слаба запасеност с подвижен P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (3,5 – 4,9 mg/100 g) и минерален N (40 mg/1000 g).

Метеорологичната обстановка през вегетационния период на ечемика е определена чрез сумата на валежите през есенния (октомври – ноември), зимния (декември – февруари) и пролетния (март – юни) период; чрез средномесечната температура на въздуха през критичните за студоустойчивостта на ечемика зимни месеци декември, януари и февруари. Данните за метеорологичната обстановка са предоставени от МС Карнобат към ИМХ – София.

Резултатите са обработени с дисперсионен анализ (Димова, Маринков, 1999).

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

*Полска студоустойчивост* (зимоустойчивост).

Метеорологичната обстановка през годините на полския опит позволява да се направи оценка за зимоустойчивостта, респ. студоустойчивостта

Таблица 1. Изпитвани 6-редни сортове ечемик  
Table 1. Investigated 6-row winter barley genotypes

Сорт/Variety	Произход/Origin	Селекция/Breeders	Зимоустойчивост/ Winter hardiness
Vesletc, St.	Bulgaria	Institute of Agriculture, Karnobat	** III group
Laverda	Denmark	Sejet Planteforaeling	* 7 of 9
Wendy	Germany	Nordsaat Saatzzucht GmbH	8 of 9-point scale
Nicoletta	Austria	Saatbau Linz	5 of 9
Heidi	Austria	Saatbau Linz	5 of 9
Amorosa	Austria	Advance Agrifood	5 of 9
Aliseo	Italy	Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, Rome	Temperature resistance
Gerlach	Slovak Republic	UKSUP – Central and Testing Institute in Agriculture	Very good wintering
IZ Bori	Bulgaria	Institute of Agriculture, Karnobat	** III group

\* 9-степенна скала/9-point scale: 1 - много добра/very good wintering, 9 - много лоша/very susceptible;  
\*\* by Kox (1975) and international scale.

Таблица 2. Валежи и температура на въздуха през вегетационния период на ечемика

Table 2. Raifalls and air temperatures during the barley vegetation period

Период/Period	Години/Years			*Средно/ Mean
	2011	2012	2013	
Месечни валежи/Month rainfalls, mm				
Есенен/Autumn (October – November)	86	150	105	101
Зимен/Winter (December – February)	118	182	197	128
Пролетен/Spring (March – June)	143	193	165	209
Вегетационен/Vegetation (October – June)	347	525	467	438
Средномесечна температура на въздуха/ Average air temperature, °C				
December	3,2	3,9	1,7	3,2
January	1,5	-0,3	2,0	1,5
February	1,3	1,0	4,4	1,3
* Валежи средно за/month rainfalls average for 1901 – 2010; температура на въздуха средно за/air temperature average for 1931 – 2010.				

Таблица 3. Среднодневна температура на въздуха  
Table 3. Average air temperature

Month	Decade	Years		
		2011	2012	2013
December	I	8,1	4,5	4,9
	II	-2,0	7,0	-0,7
	III	3,5	0,2	0,8
January	I	0,4	2,0	0,0
	II	4,3	0,2	3,9
	III	-0,3	-2,7	2,8
February	I	2,9	-4,6	5,7
	II	2,8	-1,3	2,9
	III	-1,9	2,8	4,7

на изпитваните сортове и тяхното възстановяване след температурния стрес (табл. 2). По отношение на вегетационните валежи 2012 и 2013 г. са сравнително благоприятни за растежа и развитието на културата – есенните, зимните и пролетните валежи се доближават или надвишават слабо средните многогодишни стойности за същите периоди. Посуха е 2011 г., но водният дефицит не оказва съществено негативно влияние.

Средномесечната температура на въздуха през зимните месеци (декември, януари и февруари) през трите години е различна. През 2011 г. абсолютната минимална температура на въздуха през зимния период пада до -7,5 и -10,0 °C. Еднократно през втората десетдневка на декември температурата на въздуха е високорискова за ечемика – ми-

нус 15,2°C при снежна покривка от 5,5 cm. Студените периоди през януари и февруари (табл. 3) ечемикът е прекарал във вече закалено състояние и поражението от тях са незначителни. Снежната покривка и състоянието на посева е предпазило културата от значимо измръзване. Температурата на въздуха през декември 2012 г. е положителна и по-ниска от средната многогодишна, а тази на януари и февруари 2013 г. е по-висока и положителна през всички десетдневки. Това определя реколтната 2013 г. като най-топла и безрискова за ечемика по отношение на температурните условия.

През 2012 г. зимните месеци са с най-рискови за ечемика температурни условия, които позволяват да се направи оценка за полската зимоустойчивост на изпитваните сортове. Месец декември на същата година е топъл, със средна месечна температура на въздуха 3,9 °C, която позволява почти ежедневна вегетация, но и не създава условия за постепенно закаляване на растенията. Двата следващи зимни месеца са по-студени в сравнение със средните многогодишни стойности, съответно януари е по-студен с 1, 8 °C, а февруари – с 0,3 °C. При това през януари температурният минимум е минус 12,0 °C, а през февруари е минус 15,2 °C. Най-студен е периодът от 26 януари до 11 февруари, когато среднодневната температура на въздуха трайно е понижена до минус 8,4 °C и 13,6 °C, при незначителна снежна покривка от 2,3 cm и е в рискови за ечемика граници, и продължителност. По време на 15-дневните екстремно ниски температури е отчетена недостатъчна снежна покривка (0,5 – 3,0 cm), която да предпази растенията от измръзване. Това съчетание е предизвикало измръзване, различно при изпитваните сортове, и пряко свързано с тяхната генетично заложената студоустойчивост.

Сортовете проявяват добра полска студо- и зимоустойчивост в относително благоприятните зимни температурни условия на реколтната 2011 и 2013 година. Сортовете с най-добра студоустойчивост (Laverda, Wendy, Aliseo, Vesletc, IZ Bori) презимуват с 94% до 98% от зазимувалите през ноември растения, а тези с по-ниска зимоустойчивост (Nicoletta, Heidi, Amorosa и Gerlach) – с 91% до 95% (табл. 4).

При екстремните условия през 2012 г. сортовете Nikoletta, Heidi, Amorosa и Gerlach са измръзнали съответно 19%, 16% и 22%. При останалите сортове измръзването е от 8 до 14%, като отново се отличават Wendy и Laverda с 8% и 10%. Близък до тях е процентът на измръзналите растения от новия шестреден български сорт IZ Bori.

Аналогичен на полското измръзване е и полученият добив на зърно от презимувалите растения в посева. При Nikoletta и Heidi той е съответно с 13% и 14% по-нисък от добива на стандартния сорт Vesletc. При Gerlach понижението е с 22%, а при Amorosa – с 27%. Двата последни сорта проявяват

Таблица 4. Зимоустойчивост на сортовете, изразена чрез презимували растения (%) и добив на зърно (kg/da)  
Table 4. Winter hardiness of barley genotypes, expressed by survived plants (%) and grain yield (kg/da)

Сорт/Variety	Години/Years								
	2011			2012			2013		
	*Презимували растения/ Survival plants	**Добив на зърно/ Yield of the grain	Относителен добив/ Yield, comparatively	Презимували растения/ Survival plants	Добив на зърно/ Yield of the grain	Относителен добив/ Yield, comparatively	Презимували растения/ Survival plants	Добив на зърно/ Yield of the grain	Относителен добив/ Yield, comparatively
	%	kg/da	%	%	kg/da	%	%	kg/da	%
Vesletc – St	98	729	100	86	722	100	96	675	100
Laverda	98	777 ++	107	90	770 +	107	94	729 +	108
Nicoletta	91	710	97	81	630 --	87	90	653	96
Heidy	92	702 -	96	84	622 --	86	91	653	97
Amorosa	93	616 ---	84	78	526 ---	73	90	617 -	91
Aliseo	96	721 +	99	90	665 -	92	98	723 +	107
Wendy	97	766+	105	92	750	104	97	730 +	108
Gerlach	90	624 ---	86	81	563 ---	78	95	630	93
IZ Bori	96	712	98	90	732	102	98	726 +	108

\* Процент на презимувалите растения, отчетени през март, спрямо тези през ноември.  
\*\* Доказаност на разликите при GD 5% (+/-); 1% (+/-); 0,1% (+++/-).

Таблица 5. Лабораторна студоустойчивост на сортове ечемик, изразена чрез депресията в растежа на корена и кълна  
Table 5. Laboratory assessment of barley cold resistance, expressed by depression of root and shoot growth

Сорт/ Variety	Дължина на корена/ Root length, mm			Дължина на кълн/ Shoot length, mm		
	26 °C	4 °C	депресия/ depression, %	26 °C	4 °C	депресия/ depression, %
	Vesletc – St	14,2	8,0	43,7	7,7	4,1
Laverda	15,8	8,0	49,4	11,1	4,4	60,4
Nicoletta	12,0	8,7	27,5	7,2	5,1	29,2
Heidy	11,7	8,9	29,9	7,7	5,1	33,8
Amorosa	12,7	9,1	28,4	7,9	4,9	37,9
Aliseo	11,0	7,7	30,0	4,7	2,4	48,9
Wendy	15,8	8,2	48,1	9,9	4,0	59,6
Gerlach	12,9	9,0	30,2	8,3	5,6	32,5
IZ Bori	14,9	8,4	43,6	7,9	4,1	48,1

по-ниска продуктивност и през по-сухата 2011 година. Висока и доказана спрямо българския стандарт Vesletc е продуктивността на Laverda и Wendy, както през относително благоприятната 2011 и 2013 г., така и през студената 2012 година.

#### Лабораторна студоустойчивост

Лабораторният метод отчита потискането в растежа на корените и кълна при ниска положителна температура (табл. 5). Установено е, че най-ниските коефициенти на депресия изразяват най-слабата студоустойчивост на сортовете и обратно – най-високите стойности на коефициента показват по-висока студоустойчивост (Божанова, Петрова, 2000). При всички изпитвани сортове депресията на кълновете е по-висока от депресията на корените.

По коефициентите на депресия на кълновете сортовете могат да се разделят в три групи. В първа група попадат Nicoletta, Heidy, Amorosa и Gerlach (от 29,2 до 37,9%); във втора – Vesletc, Aliseo и IZ Bori (от 46,7 до 48,9%) и в трета – Wendy и Laverda (59,6% и 60,4%). По коефициент на депресия на корените групите са две: първата – с Nicoletta, Heidy, Amorosa и Gerlach (от 27,5 до 30,2%); втората – с Vesletc, IZ Bori и Laverda (от 43,7 до 49,4%). Комплексната оценка в депресията на корените и кълновете показва по-ниска студоустойчивост на сортовете Nicoletta, Heidy, Amorosa и Gerlach. Междинна е студоустойчивостта, проявена при конкретните метеорологични условия на сортовете Aliseo, Vesletc и IZ Bori. Лабораторният метод на изпитване определи като по-студоустойчиви сортовете Laverda и Wendy.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полското и лабораторното изпитване показва по-ниска студоустойчивост на сортовете Nicoletta, Heidy, Amorosa и Gerlach. Междинна е студоустойчивостта, проявена при конкретните метеорологични условия на сортовете Aliseo, Veslets и IZ Bori. Лабораторният метод на изпитване определи като по-студоустойчиви сортовете Laverda и Wendy.

Отглеждането на шестредните сортове Nicoletta, Heidy, Amorosa и Gerlach в райони от страната с чести повратни студове, достигащи до критичната за ечемика температура минус 14 °С, е рисково.

Аналогичните резултати от полското изпитване и лабораторния тест, и класифицирането на генотиповете в групи, показват реална възможност за използване на лабораторния метод, на Божанова, Петрова (2000) в ранни етапи на селекция за устойчивост на ечемика на ниски температури.

Откритите сортове с добра лабораторна и полска студоустойчивост могат да бъдат използвани за целите на селекционната програма при зимния многореден ечемик.

## ЛИТЕРАТУРА

**Божанова, В., Т. Петрова.** 2000. Оценка на генотипове твърда пшеница по студоустойчивост. *Растениевъдни науки*, 37: 705-707

**Вълчев, Д., Д. Вълчева.** 2005. Селекция на форми зимен пивоварен ечемик с висока студоустойчивост. –В: Балканска научна конференция „Генетика и селекция на полските култури”, Карнобат, 1 част, с. 151-155

**Вълчев, Д., Д. Вълчева, Д. Желева.** 2007. Агробиологична характеристика на перспективни линии зимен ечемик, устойчиви на стресови фактори. –В: Международна научна конференция „125 години земеделска наука”, Садово, направление „Генетика, селекция и растителни биотехнологии”, с. 69-72

**Михова, Г., В. Кирякова, Т. Петрова.** 2007. Оценка на линии ечемик, характеризиращи се с повишена студоустойчивост. –В: Международна научна конференция „125

години земеделска наука”, Садово, направление „Генетика, селекция и растителни биотехнологии”, с. 81-83

**Димова, Д., Е. Маринков.** 1999. Опитно дело с биометрия. *ВСИ*, Пловдив, 264 с.

**Димова, Д., С. Запрянов, Д. Вълчев, Г. Михова, И. Мурани.** 2005. Биологични и стопански качества на перспективни линии зимен многореден ечемик. –В: Балканска научна конференция „Селекция и агротехника на полските култури”, Карнобат, 1 част, с. 119-123

**Драганов, Др., Н. Лазаров, П. Пенчев.** 1986. Изисквания на ечемичното растение към факторите на околната среда. Ечемикът в България. *Земиздат*, София, 54-62

**Лазаров, Н.** 1986. Зимни повреди при ечемични растения и възможности за тяхното възстановяване. *Селско-стопанска наука*, № 2, 14-19

**Ур, З., В. Божанова, Б. Хаджииванова.** 2007. Използване на косвен метод за оценка на студоустойчивостта при видове от сем. Gramineae. –В: Международна научна конференция „125 години земеделска наука”, Садово, направление „Генетика, селекция и растителни биотехнологии”, с.139-141

Зимен многореден ечемик сорт ИЗ Бори. 2013. (<http://iz-karnobat.org>).

Фуражен ечемика сорт Веслец. 2013. (<http://iz-karnobat.org>)

**Кох, Х.** 1975. Програма за провеждане на испитания морозостойкости к искусственному климате пшеницы и ячменя. Одесса, 217 с.

**Faccini, N., Alberici, R, Baronchelli, M. et al.** 2013. Aleseo. New cultivar of six-rowed barley yellow mosaic virus (BaYMV) resistant [Hordeum vulgare L. – Italy]. AGRIS 2013 – FAO of the United Nations, repository search result (<http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do>).

GERLACH – Top of the winter barley fields, Variety characteristics (<http://www.ordudynickerson.cz>)

LAVERDA – winter barley (<http://www.saaten-union>)

WENDY – winter barley (<http://www.saaten-union>)

Winter barley. HEIDI – new 6-row winter barley (<http://www.saatbaulinz.at>)

Winter barley. NICOLETTA – new 6-row winter barley (<http://www.saatbaulinz.at>)

Winter barley, variety Amorosa (<http://www.advanceagrifood.com/food/seed-trading/>)