

## ФЕНОЛОГИЧНИ ОСОБЕНОСТИ НА ЗИМНИЯ ЕЧЕМИК ПРИ УСЛОВИЯТА НА СЕВЕРОИЗТОЧНА БЪЛГАРИЯ

Галина Михова

Добруджански земеделски институт, гр. Генерал Тошево

### Резюме

Целта на изследването е да се установят основните групи фактори, влияещи върху фенологичното развитие на зимния ечемик при условията на Североизточна България. То е проведено в рамките на Генофонда на Добруджански земеделски институт, гр. Генерал Тошево. Обхваща седем реколтни години (2006-2012), различаващи се значително по отношение съчетанието на метеорологичните фактори и нивата на абиотичен и биотичен стрес. Обект на изследването са образци зимен и зимно-пролетен ечемик с различно фенологично развитие като най-силно са диференцирани по продължителност на периода до изкласяване. В резултат на извършените наблюдения се установи: 1) най-голям ефект върху продължителността на периода сеитба – поникване оказват среднодневните и радиационни температури; 2) продължителността на периода поникване – братене е пряко свързана с датата на сеитба. Осъществяването и в по-късен от оптималния срок води до удължаване на периода и презимуване на растенията в неподходяща фаза. Създават се условия за по-висока степен на повреда; 3) с най-голям ефект върху продължителността на периода от начало на братене до изкласяване са среднодневните температури. Наличието на стрес през зимните месеци е също причина за удължаването му; 4) при условията на района, добрата влагозапасеност, средните и абсолютни максимални температури имат сходна тежест върху продължителността на наливане на зърното. Масовото разпространение на икономически важни болести често води до по-ранно обезлистване на растенията и преждевременно узряване.

**Ключови думи:** зимен ечемик, фенологично развитие, абиотичен стрес, продуктивност

### Abstract

*Mihova G., 2013. Phenological specificity of winter barley under the conditions of north-east Bulgaria.*

The aim of the investigation was to determine the main groups of factors which affect the phenological development of winter barley under the conditions of north-east Bulgaria. The investigation was carried out within the researches of the Barley genetic stock at Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo. It encompassed seven harvest years (2006-2012) which differed significantly by their meteorological factors and levels of biotic and abiotic stress. The object of investigation were winter and facultative barley accessions of various phenological development, differing most by their date to heading. As a result from the observations, the following was found out: 1) the mean daily and radiation temperatures had highest effect on the duration of the period from sowing to germination; 2) the duration of the emergence – tillering period was directly related to the date of sowing. Sowing later than the optimal dates lead to longer

emergence-tillering period and overwintering of the plants in a phase which was not suitable. Conditions occurred for greater damages; 3) the mean daily temperatures had highest effect on the duration of the period from beginning of tillering to heading. The occurrence of stress in the winter months was also a factor for the higher duration of this period; 4) under the conditions of the region, the good moisture reserves in soil, the mean and absolute maximum temperatures were equally significant for the duration of grain filling. The mass occurrence of economically important diseases often caused earlier defoliation of the plants and their premature ripening.

**Key words:** winter barley, phenological development, abiotic stress, productivity

## УВОД

Зимните зърнено-житни култури са с дълго фенологично развитие, което обуславя и големия брой фактори, влияещи върху неговата продължителност (Вълчев, 2007). В повечето случаи те си взаимодействат и поради това имат комплексен характер. Изискванията към продължителността на яровизация и чувствителността към фотопериода са между основните генетични системи, които определят фенологичното развитие (Hay & Ellis, 1998; Herndl et al., 2008). Редица изследвания показват, че са свързани и с толерантността към някои видове абиотичен стрес (Mahfoozi et al. 2001; Fowler & Limin, 2004; Francia et al., 2007). Сортовата агротехника е мощен фактор, който може да смекчи негативния ефект на условията на средата и да повлияе върху протичане на отделните етапи на развитие (Вълчев и Вълчева, 1997; Gavito et al., 2001; Димитрова-Донева, 2008). Въздействието е на различно ниво – избягване на даден вид стрес, подпомагане на възстановяването, по-дълго запазване на фотосинтетичната активна повърхност, осигуряваща реализиране на продуктивния потенциал (Котева и др., 2010). По-малката продължителност или съответно удължаване на отделните стадии от развитието е механизъм, който може да намали риска от разпространение и развитие на икономически важни болести (Giesco et al., 2004; Попова и др., 2010).

Целта на изследването е да се установят основните групи фактори, влияещи върху фенологичното развитие на зимния ечемик при условията на Североизточна България.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Обект на изследването са образци зимен и зимно-пролетен ечемик включени в колекцията на Добруджански земеделски институт, гр. Генерал Тошево (табл. 1). Те са с различно фенологично развитие като най-силно са диференцирани по продължителност на периода до изкласяване. Други критерии при подбора на генотиповете са темп на братене, ниво на студоустойчивост, темп на възстановяване на вегетацията през пролетните месеци и продължителност на периода на наливане на зърното. Предварителната оценка, както и извършените наблюдения са проведени в рамките на Генофонда. Опитът е заложен в едно повторение, с големина на реколтната парцела 10 m<sup>2</sup>. Посевната норма е 430 кълняеми семена на 1 m<sup>2</sup>. През всички години на изследване,

Таблица 1. Работна колекция от образци зимен ечемик  
Table 1. Core collection of winter barley accessions

| №   | Образец<br>Accessions  | Сист. принадлежност<br>Systematic affiliation | BT | EGV | DH |
|-----|------------------------|---|----|-----|----|
| 1.  | Ахелой 2/Aheloj 2      | var. <i>pallidum</i>                          | W  | 1   | ME |
| 2.  | Веслец/Veslets         | var. <i>pallidum</i>                          | F  | 1   | E  |
| 3.  | Изгрев/Izgrev          | var. <i>pallidum</i>                          | W  | 1   | ME |
| 4.  | Панагон/Panagon        | var. <i>pallidum</i>                          | W  | 1   | ME |
| 5.  | Радул/Radul            | var. <i>pallidum</i>                          | W  | 2   | ML |
| 6.  | Хемус/Hemus            | var. <i>pallidum</i>                          | W  | 1   | ME |
| 7.  | Козыр/Kozir            | var. <i>parallelum</i>                        | W  | 2   | ML |
| 8.  | Радикал/Radical        | var. <i>parallelum</i>                        | W  | 2   | ML |
| 9.  | Скороход/Skorohod      | var. <i>parallelum</i>                        | W  | 1   | E  |
| 10. | Цветелина/Tsvetelina   | var. <i>parallelum</i>                        | W  | 2   | ME |
| 11. | Обзор/Obzor            | var. <i>erectum</i>                           | F  | 2   | L  |
| 12. | Емон/Emon              | var. <i>erectum</i>                           | W  | 1   | E  |
| 13. | Крами/Krami            | var. <i>nutans</i>                            | W  | 1   | ML |
| 14. | Каскадьор3/Kaskadyor 3 | var. <i>erectum</i>                           | F  | 2   | L  |

BT — биологичен тип на развитие: *F* факултативен, *W* зимен / biological type of development: *F* facultative, *W* winter

EGV — темп на възстановяване на вегетацията през пролетните месеци: *1* бърз, *2* бавен / early growth vigour: *1* fast, *2* poor

DH — изкласяване: *E* ран, *ME* средно ран, *ML* средно късен, *L* късен / days to heading: *E* early, *ME* moderate early, *ML* moderate late, *L* late

предшественикът е грах за зърно. В началото на месец февруари е извършвано подхранване с 0.04 t.ha<sup>-1</sup> активно вещество азот. Агротехническите мероприятия, които не са обект на изследването са съобразени с приетата за културата технология на отглеждане (Граматинов и др., 2004).

Продължителността на отделните периоди от фенологичното развитие са отчетени като брой дни от настъпване на фазите:

- Поникване /E/– 50% от растенията са на повърхността на почвата и е оформен първи лист

- Братене /T/– при 50% от растенията е диференциран първи брат

- Изкласяване /DH/– при 50% от растенията в парцелата е показана 1/3 от класа. При оценка на корелационните зависимости между продължителността на периода до изкласяване и основни фактори на средата, той е определен считано от 01.01.

- Восьчна зрелост /DM/– при 50% от класовете, зърното е с влага между 18-22%.

- Стопанска зрелост /R/– ендоспермът е твърд и влагата на зърното е не по-висока от 14.5 %.

Наблюденията са в съответствие методиката на UPOV (2003) и скалата на Zadoks et al. (1974).

Североизточна България се характеризира с благоприятни почвено-климатични условия за развитието на зърнено-житните култури. Критични за зимните месеци са ниските температури при липса на снежна покривка. Абсолютната минимална температура за района е  $-29.4^{\circ}\text{C}$ , а абсолютната максимална  $+41.1^{\circ}\text{C}$ . Поради честото нахлуване от морето на приземен охлаждащ въздух, пролетта в района настъпва с 10-15 дни по-късно. Лятото е прохладно, а есента продължителна с постепенно захлаждане. Ветровете са често явление като преобладава северната компонента. Особено вреден е преноса на горещи въздушни маси по време на наливане на зърното. Изразени са два засушливи периода, през март-април и юли-август. Средната годишна сума на валежите е 510 mm. В района преобладават излужените черноземи. Поради по-тежкия състав на почвата, стойностите на хидрологичните показатели са сравнително високи.

Таблица 2. Диференциращи фактори през годините на изследване  
Table 2. Differentiation factors by years

| Реколтна година<br>Growing season | Диференциращи фактори<br>Differentiation factors by year   |
|-----------------------------------|--|
| 2005/2006                         | Ниски абсолютни температури през зимата при липса на снежна покривка; благоприятни условия през пролетта; силно разпространение на мрежовидни листни петна<br>Low absolute temperatures in the winter without snow cover; favorable conditions in the spring; occurrence of net blotch |
| 2006/2007                         | Високи средни температури през зимата; силно засушаване през целия вегетационен период<br>High mean temperatures in the winter; severe drought during the entire growing season  |
| 2007/2008                         | Благоприятни условия<br>Favorable conditions   |
| 2008/2009                         | Късни пролетни слани; засушаване през периода на вретенене и изкласяване<br>Late spring frost; Drought during booting and heading  |
| 2009/2010                         | Високи абсолютни температури през периода на наливане на зърното; разпространение на кафява ръжда<br>High absolute temperatures during grain filling; occurrence of leaf rust  |
| 2010/2011                         | Ниски средни температури през периода на вретенене<br>Low mean temperatures during booting stage   |
| 2011/2012                         | Ниски средни температури през есента; ниски абсолютни температури през зимата; ледена кора; студена пролет; силно разпространение на мрежовидни листни петна<br>Low mean temperatures in the fall; low absolute temperatures in the winter; ice sheet; occurrence of net blotch        |

Годишите, през които е проведено изследването се различават значително (табл. 2). Данните за метеорологичните фактори са взети от клетката разположена на територията на ДЗИ, Г. Тошево.

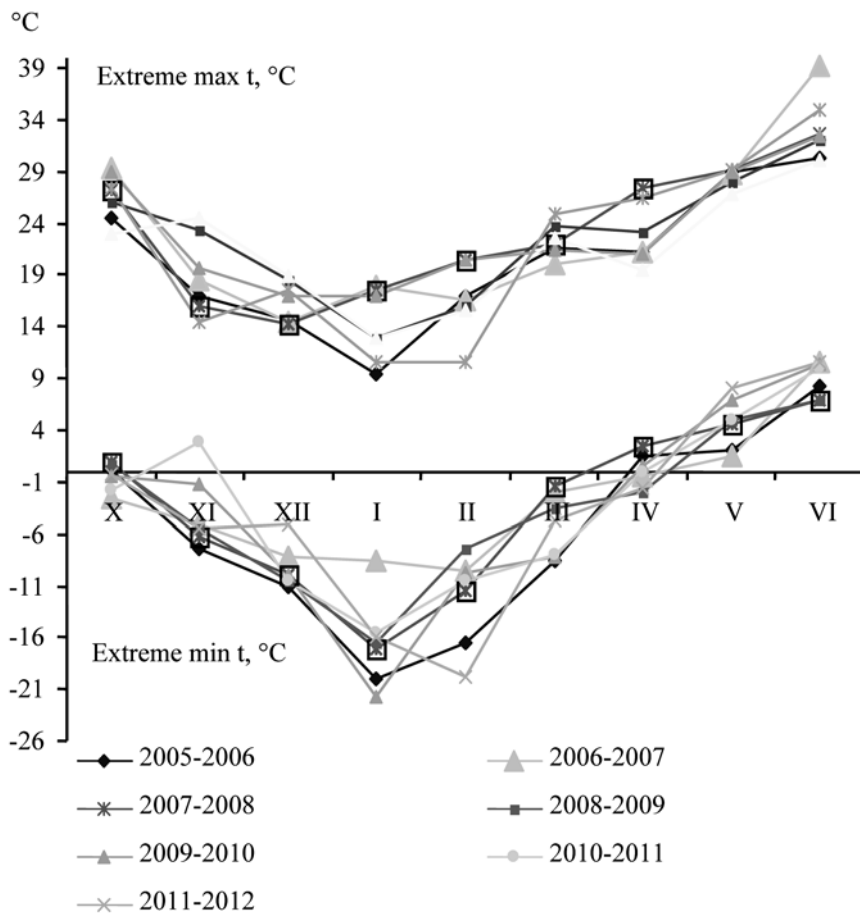
Статистическите анализи са проведени по методиките на Clewer & Scarisbrick (2001). Обработката на експерименталните данни е осъществена с помощта на програмните пакети Microsoft Excel<sup>sp</sup> и STATISTICA, release 7.0 (StatSoft Inc., 2004).

## РЕЗУЛТАТИ

Счита се, че основният фактор, който влияе върху развитието и реализирането на продуктивния потенциал на ечемика в района са валежите. Съпоставката на тяхната сума по вегетационни периоди показва, че само през два тя е по-ниска и през един близка до средната многогодишна стойност (табл. 3). През останалите четири години сумите са по-високи. Валежите са сравнително равномерно разпределени по месеци и това определя по-високите средни добиви от ечемик при условията на Добруджа в сравнение с други агроекологични райони на страната. Проблем за производството са ниските абсолютни температури през зимните месеци и високите им екстремни стойности в края на вегетационния период (фиг. 1). През шест реколтни години, абсолютните минимални температури през януари са по-ниски от  $-15^{\circ}\text{C}$  като достигат до  $-21.8^{\circ}\text{C}$ . Метеорологичните условия през февруари са също много колебливи по години. През 2006 и 2012 са измерени съответно  $-16.5^{\circ}\text{C}$  и  $-19.8^{\circ}\text{C}$ . Често те се задържат няколко дни, при липса на снежна покривка. През всички години на изследване през юни има измерени абсолютни максимални температури над  $30^{\circ}\text{C}$ , като през 2007 достигат  $39.2^{\circ}\text{C}$ . Особено рискови са периодите, когато високата въздушна температура е съчетана с ниска атмосферна влажност и вятър.

Таблица 3. Сума на валежите по месеци (mm), 2005-2012  
Table 3. Sum of rainfalls (mm) by months, 2005-2012

| Години<br>Years   | Месеци / Months |       |      |       |      |      |      |       |       |      | Сума /<br>Sum<br>X-VI |
|---|-----------------|-------|------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-----------------------|
|   | IX              | X     | XI   | XII   | I    | II   | III  | IV    | V     | VI   |                       |
| 2005-06   | 96.2            | 24.7  | 55.8 | 46.1  | 19.4 | 29.7 | 68.4 | 35.5  | 94.4  | 29.8 | 403.8                 |
| 2006-07   | 46.5            | 7.3   | 33.9 | 11.3  | 34.7 | 11.7 | 21.3 | 30.6  | 20.2  | 16.3 | 187.3                 |
| 2007-08   | 68.6            | 48.5  | 93.9 | 54.8  | 46.5 | 1.9  | 27.6 | 116.6 | 79.9  | 32.9 | 502.6                 |
| 2008-09   | 57.1            | 11.0  | 22.0 | 42.9  | 36.7 | 45.7 | 18.3 | 34.6  | 34.8  | 33.3 | 279.3                 |
| 2009-10   | 64.9            | 72.7  | 26.1 | 121.7 | 66.5 | 64.7 | 64.5 | 22.2  | 119.5 | 76.5 | 634.4                 |
| 2010-11   | 21.0            | 57.2  | 27.4 | 50.0  | 35.9 | 15.3 | 20.6 | 49.2  | 80.4  | 35.1 | 371.1                 |
| 2011-12   | 5.0             | 113.1 | 1.7  | 42.3  | 90.6 | 23.5 | 11.8 | 40.1  | 118.9 | 27.6 | 469.6                 |
| Средна многогодишна / Mean long – term period 1953-2011 |                 |       |      |       |      |      |      |       |       |      |                       |
|   | 46.3            | 39.5  | 46.2 | 40.2  | 33.0 | 39.1 | 34.2 | 42.8  | 51.2  | 61.6 | 387.8                 |



Фигура 1. Абсолютни минимални и максимални температури по месеци, 2005-2012  
Figure 1. Absolute minimum and maximum air temperatures by months, 2005-2012

Анализът на варианса показва различен дял на генотипа и условията на средата по отношение продължителността на отделните периоди на развитие (Таблица 4).

За първите етапи сеитба-поникване и поникване-братене, решаваща е ролята на условията. Делът на генотипа е незначителен. През пет години от изследването сеитбата е осъществена в оптималния срок за района, между 9 X и 11 X. Счита се, че той съвпада с преминаването на средните температури през 15°C и това осигурява благоприятни условия за поникване и по-нататъшно развитие на растенията. Средната продължителност на периода сеитба-поникване през тези години е между 10.8 и 12.3 дни (Таблица 5). Граничните стойности са около три дни. Визуално са отчетени разлики между генотиповете, но те са незначителна. Най-бавен темп на поникване се наблюдава при образците от var. *parallelum*. Характерно за систематичната принадлежност е по-ниска маса на зърното и по-

Таблица 4. Относителен дял на генотипа и условията на средата в общото вариране на продължителността на фазите на развитие

Table 4. Relative portion of genotype and environment in the total variation of duration of growth stages

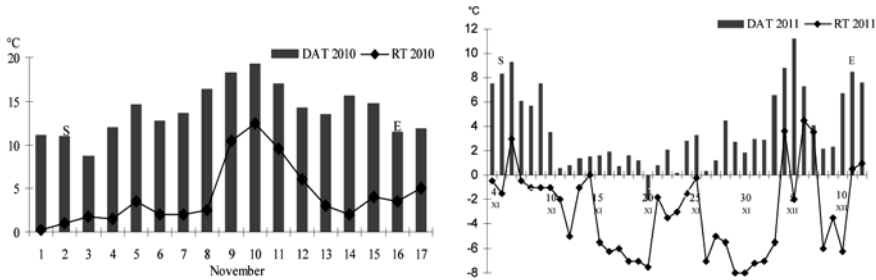
| Фази на развитие<br>Growth stages                            | Сума на квадратите, %<br>Sum of squares, % |                |                       |
|--|--|----------------|-----------------------|
|  | Генотип<br>Genotype                        | Година<br>Year | Остатъчно<br>Residual |
| сеитба-поникване<br>sowing-emergence                         | 2.80                                       | 90.78          | 6.42                  |
| поникване-братене<br>emergence-tillering                     | 6.05                                       | 88.18          | 5.76                  |
| братене-изкласяване<br>tillering-heading                     | 37.21                                      | 40.40          | 22.39                 |
| изкласяване-въсъчна зрелост<br>heading-dough maturity        | 7.44                                       | 71.82          | 20.74                 |
| въсъчна зрелост-стопанска зрелост<br>dough maturity-ripening | 12.40                                      | 75.40          | 12.2                  |

Таблица 5. Продължителност на фазите на развитие по вегетационни периоди, брой дни

Table 5. Duration of growth stages by vegetation periods, number days

| Growth stages<br>Varieties |         | 2005/<br>2006 | 2006/<br>2007 | 2007/<br>2008 | 2008/<br>2009 | 2009/<br>2010 | 2010/<br>2011 | 2011/<br>2012 |
|----------------------------|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| S-E                        | mean    | 11.3          | 10.8          | 11.2          | 12.2          | 12.3          | 14.0          | 37.0          |
|                            | min-max | 10-13         | 9-12          | 10-14         | 11-13         | 11-15         | 13-15         | 36-39         |
| E-T                        | mean    | 35.4          | 20.6          | 30.0          | 24.5          | 18.0          | 23.0          | 90.5          |
|                            | min-max | 33-37         | 20-23         | 24-37         | 21-26         | 17-19         | 22-24         | 89-93         |
| T-DH                       | mean    | 168.2         | 174.6         | 158.1         | 165.4         | 170.7         | 160.1         | 52.7          |
|                            | min-max | 165-172       | 172-181       | 153-163       | 162-172       | 163-175       | 158-163       | 51-55         |
| DH-DM                      | mean    | 30.8          | 26.5          | 33.3          | 23.4          | 30.3          | 34.0          | 32.6          |
|                            | min-max | 29-33         | 19-32         | 28-34         | 20-28         | 27-32         | 31-37         | 30-36         |
| DM-R                       | mean    | 20.2          | 16.8          | 25.4          | 25.2          | 17.3          | 15.1          | 22.3          |
|                            | min-max | 17-25         | 13-19         | 20-30         | 24-27         | 16-20         | 11-17         | 18-25         |

малка изравненост, което често оказва ефект върху кълняемата енергия и дружното поникване. През последните две години от изследването сеитбата е осъществена съответно на 2.XI и 5.XI. Продължителността на периода до поникване е 14 и 37 дни. Голямата разлика се обуславя не от липса на достатъчно влага за набъбване и покълване на зърното, а от температурния режим. През месец ноември на 2010 год. средната денонощна температура след сеитба до поникване е 15.2°C, а радиационната 4.6°C като всички измерени стойности са положителни (фиг. 2). Октомври 2011 година е нетипично студен. Количеството на валежите е значително дори и от сняг.

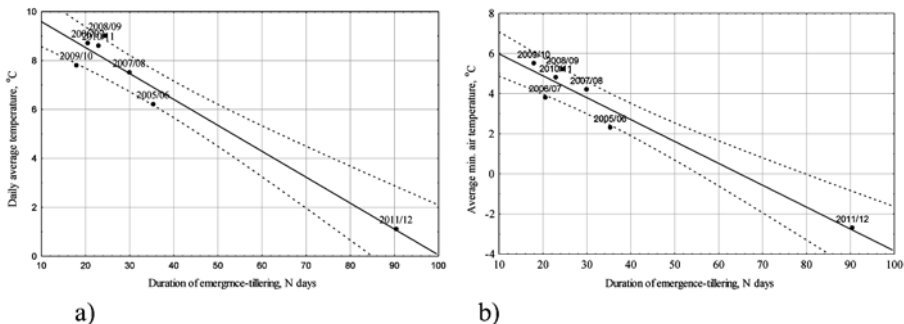


Фигура 2. Среднодневни (DAT, °C) и радиационни (RT, °C) температури през периода сеитба (S) – поникване (E), 2010 и 2011 г.

Figure 2. Daily average (DAT, °C) and radiation (RT, °C) temperatures during growth stage sowing (S) – emergence (E), 2010 and 2011

Възможност за сеитба имаше едва в началото на ноември. През периода до поникване средната денонощна температура е 3.6°C като през 25 дни е по-ниска от считаната за ефективна 5°C. Средната радиационна температура е -3.2°C. Варира между +4.5°C ч -8.0°C и само през пет дни е по-висока от 0°C.

С изключение на реколтната 2007 през всички останали години количеството на валежите през октомври – декември е близко до средната многогодишна стойност. За периода през 2006 год. сумата е 52.5 mm, но също не е ограничаващ фактор за навлизане във фаза братене. Най-голяма продължителност от поникване до формиране на първи брат е установена през последната реколтна година 2011-2012. Средната стойност е 90.5 дни, а варирането в границите на 89-93 дни. Реално той продължи от 12.XII до 10-15.III. Периодът е твърде дълъг и растенията презимуваха в неподходяща фаза, на 2-3 листа. Това определи по-нататъшното развитие през вегетационния период. През останалите години продължителността на пе-



Фигура 3. Връзка между продължителността на периода поникване – братене (бр. дни) и а) средните дневни температури на въздуха, (°C); б) средните минимални температури (°C)

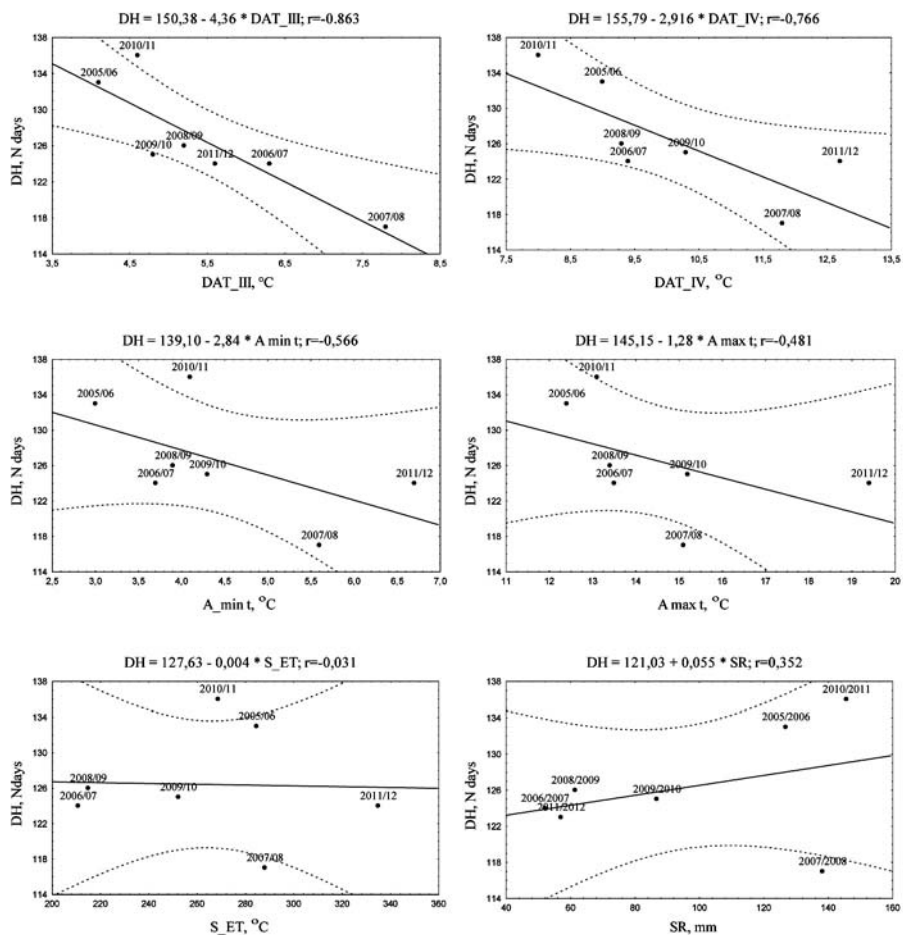
Figure 3. Relationship between duration of emergence – tillering (number days) and a) daily average air temperature, (°C); б) average min. air temperature, (°C)



риода варира между 18.0 и 35.4 дни. При сравняване на абсолютните минимални и среднодневни температури установената тенденция е удължаване на периода при ниски стойности (фиг. 3). В сравнение с поникване – сеитба нараства относителният дял на генотипа в общото вариране. Това показва, че образците от сформирания работна колекция са със специфична реакция. Формите от var. *parallelum* навлизат по-бавно във фаза братене, имат по-нисък потенциал, но формираните продуктивни братя са със сходен принос към добива. Голяма част от образците от тази систематична принадлежност са и с по-високо ниво на студоустойчивост в сравнение с общото за генофонда от многореден ечемик на ДЗИ. Подобни резултати за нови сортове от var. *parallelum*, характеризиращи се с висока зимоустойчивост съобщават Дюлгерова и Вълчев (2012). Счита се, че за пролетното братене на зърнено-житните култури ограничаващ фактор е лошата влагозапасеност. За периода на изследване подобна тенденция не е установена дори и през 2007, когато сумата на валежите по месеци бе значително под средните многогодишни стойности.

Ключов момент от фенологичното развитие на ечемика по отношение на формиране на крайния добив е изкласяването (Kernich et al. 1997). Ефектът на метеорологичните фактори и добрите агротехнологични практики определят реализирането на продуктивния потенциал. През всички години, които обхваща изследването, температурният режим е определящ за неговото настъпване (фиг. 4). Независимо кога е датата на сеитба и растенията са навлезли във фаза братене, ниските среднодневни температури през март са причина за бавно възстановяване на вегетацията въпреки удължаването на деня. През април, при условията на североизточна България често има повратни студове, които са причина за удължаване на периода на вретене и по-късно изкласяване. Установените корелационни коефициенти са високи. Отрицателните им стойности показват, че повишаването на средните дневни температури през двата месеца е пряко свързано с намаляване на периода до изкласяване. Подобна, но по-слаба е връзката със средните минимални температури. Често през април те са вече трайно положителни и с тяхното нарастване растенията бързо натрупват биомаса и изкласяват. Отрицателна корелация е установена и със средните максимални температури. Тя е по-ниска, което показва, че лесно може да бъде нарушена. Причините за подобни резултати могат да бъдат няколко. От една страна, при условията на Добруджа пролетта настъпва по-късно и по-високите дневни температури се задържат много за кратко. Амплитудите са високи. От друга страна, оптималните граници за протичане на периода често са под техните стойности и е трудно да се докаже ефектът им. Подобни са причините и за липсата на корелация между продължителността на периода и сумата от ефективните температури. Положителна връзка е установена само със сумата на валежите, чийто нарастване е свързано с по-късно навлизане във фаза изкласяване.

При изключване на последната реколтна година, когато братене започна едва през пролетта, продължителността на периода варира между 158.1 и 174.6 дни. Съпоставката показва, че в зависимост съчетанието на метеорологичните условия има компенсиране или удължаване на продължителността му. Само през 2008 изкласяването започна през последната десет-



Фигура 4. Връзка между продължителността на периода до изкласяване и основни фактори на средата

Figure 4. Relationship between days to heading and environmental conditions

DH — дни до изкласяване, брой (считано от 01.01); days to heading, number (from 1<sup>st</sup> January)

DAT\_III — средна дневна температура, м. Март (°C); daily average temperature, March (°C)

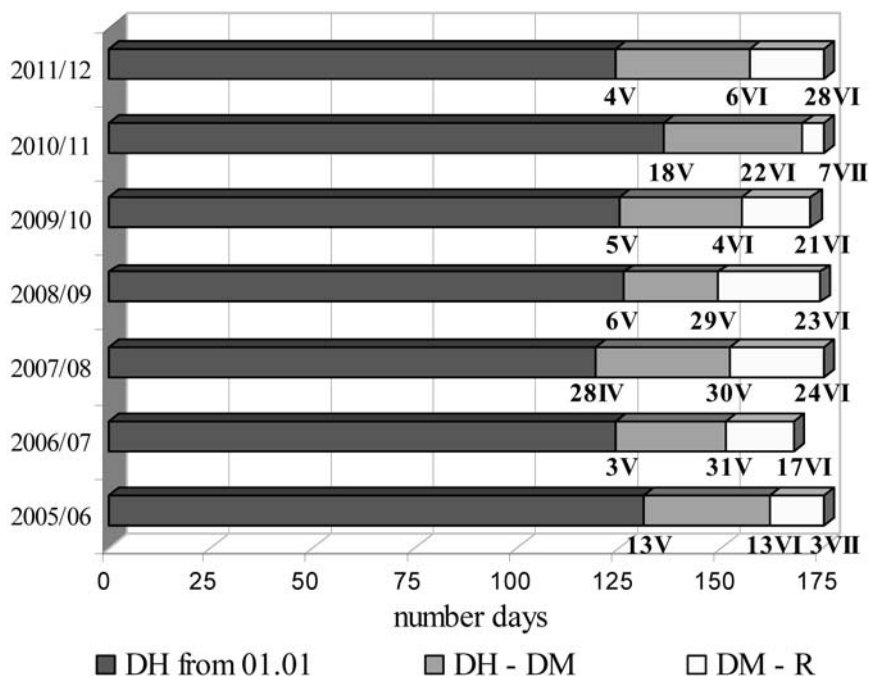
DAT\_IV — средна дневна температура, м. Април (°C); daily average temperature, April (°C)

A min t — средна мин. температура, (°C); average min. air temperature, (°C)

A max t — средна макс. температура, (°C); average max. air temperature, (°C)

S\_ET — сума от ефективните температури, (°C); sum of effective temperatures, (°C);

SR — сума на валежите, м. Март — Април, мм; sum of rainfalls, March-April, mm.



Фигура 5. Продължителност на периода до изкласяване (считано от 01.01); изкласяване-восъчна зрелост; восъчна-стопанска зрелост, (брой дни)  
 Figure 5. Duration of periods to heading (from 1<sup>st</sup> January); heading — dough maturity; dough maturity — ripening, (number days)

дневка на април (фиг. 5). През останалите години протича през май. През 2012 година продължителността на периода е най-малка. Братенето започна от средата на март, а изкласяването протече между 2-7.V. То бе провокирано от рязка смяна на температурите в края на април. Растенията не успяха да натрупат достатъчно биомаса и на по-късен етап това се отрази върху добива. Анализът на варианса показва, че разликите между образците е съществена.

Продължителността на периода от изкласяване до настъпване на восъчна зрелост варира между 23.4-34.0 дни. Ефектът на условията на годината е висок. Най-кратка е продължителността му през реколтните 2007 и 2009. Съпоставката на метеорологичните фактори показва, че през тези години сумата на валежите през май-юни, докато ечемикът преминава от млечна и навлиза във восъчна зрелост е най-ниска. Не са установени съществени разлики по отношение на среднодневните и абсолютни максимални и минимални температури. Най-голяма е продължителността на периода през 2011. Тогава изкласяването започна едва около 18.V и протече до 22.VI. Образците от колекцията навлязоха във восъчна зрелост между 19-25.VI. Сумата на валежите през периода май-юни достигна 105 mm. Не са регистрирани високи абсолютни температури, а среднодневните са близки

до средните многогодишни стойности. Това благоприятства нормалното наливане на зърното и формиране на висока абсолютна маса.

В по-голяма степен продължителността на периода от восъчна до стопанска зрелост се влияе от условията на годината. Между образците по-значителни разлики са установени през 2008 година и достигат до 10 дни. В рамките на 4-6 дни настъпва стопанска зрелост през 2007, 2009, 2010 и 2011. Разликите се обуславят от толерантността на генотиповете към няколко групи фактори: високи температури и недостатъчна влагозапасеност, ниска атмосферна влажност, големи количества валежи провокиращи полягане на посевите, масово разпространение на болести.

През три от реколтните години, продължителността на периода восъчна-стопанска зрелост е под 20 дни (фиг. 5). Причините за това са съвсем различни. Най-кратък е през 2011 година – средно 15.1 дни. Реално жътвата започна малко след 7.VII. Това е най-късната дата. Анализът на резултатите показва, че тя е в следствие на изтегляне на фенологичното развитие: късна сеитба; по-дълъг период за възстановяване след зимата; ниски температури през пролетните месеци; късно изкласяване – почти в края на месец май. През 2007 год. причината е съвсем различна. През зимните месеци почти липсваха температури под 0°C. Много високи стойности са регистрирани през ноември, декември и януари. В резултат на това повечето сортове вегетираха през целия зимен период. Валежите са много под многогодишните стойности. През пролетните месеци сушата се задълбочи, което доведе до значително скъсяване на междуфазните периоди и ускоряване развитието на ечемика. Практически в средата на юни повечето сортове достигнаха стопанска зрелост. Третата година с кратка продължителност на периода е 2010. Характерно за нея е, че количеството на валежите значително превишава средната многогодишна сума – с над 240 mm. Те са сравнително равномерно разпределени. Основна причина за бързото навлизане в стопанска зрелост са високите абсолютни максимални температури (над 30°C) през няколко последователни дни от втората десетдневка на юни. Отчетено е рязко спадане на относителната влажност на въздуха (между 58-65%). Картината се усложни от висока степен на разпространение на кафява ръжда. През 2012 година причина за преждевременното узряване на посевите бе масовото разпространение на друга икономически важна болест – мрежовидни листни петна. След изкласяване при навлизане в млечна зрелост задържането на сравнително ниски температури и голямото количество валежи провокира разпространение на инфекцията. Тя бързо се разпространи и при чувствителните сортове достигна до класа и осилите. Подобна картина е наблюдавана и през реколтната 2006, когато условията през периода бяха сходни.

## ОБСЪЖДАНЕ

За района на Добруджа валежите не са основен ограничаващ фактор за поникване на ечемика. Често септември е сух и това пречи за извършване на качествена предсеитбена обработка на почвата, но през октомври започва дъждовен период, който благоприятства нормалното гарниране на посевите.

Ечемикът е със сравнително ниска студоустойчивост и нормалното му презимуване е пряко свързано със степента на развитие и възможността за закаляване през есенния период. През 2011-2012 се наблюдавани повреди от различен тип: изтощаване, изтегляне, прекъсване. Основна причина за високата им степен бе неподходяща фаза за презимуване на растенията. Въпреки продължителното задържане на ниски отрицателни температури, благодарение на формираната снежна покривка пряко измръзване е отчетено в незначителна степен. Зимата на 2006 год. бе също стресова за презимуването на ечемика. В сравнение с 2011-2012 обаче растенията навлязоха в зимните месеци с 1 до 3 брата и въпреки ниските температури, които достигнаха до  $-20.0^{\circ}\text{C}$  при липса на снежна покривка, презимуването бе успешно. При възстановяване на вегетацията повреди са отчетени само при форми с ниско ниво на студоустойчивост. При продължително задържане на ниски температури в края на фаза братене-начало на вретенене, когато преминава IV-V етап от органогенезата се наблюдават някои модификационни изменения на класа. При полски условия е установено разклоняване на класовата шийка и вретено като се формират два или повече класа.

Сумата от ефективните температури през периода поникване-братене не са обективен критерий за оценка на неговата продължителност. Често температурният режим е твърде динамичен. Кратките затопления не са достатъчни за възстановяване на растежните процеси, които да определят развитието. По-голямо разминаване са наблюдава при сеитба по-късно от оптималния агротехнически срок. Друга особеност, която предстои да бъде изяснена е в какви температурни граници спират растежните процеси при различните биотипове ечемик.

След удължаване на деня до 11-12 часа, когато фотопериодът вече не е ограничаващ фактор, ечемикът навлиза във фаза вретенене. Нейното протичане е в пряка връзка с формирането на добива. От особена важност е нормалното развитие на заложените репродуктивни органи и натрупването на биомаса. Освен при ниски среднодневни температури, удължаване на периода до изкласяване се наблюдава и в години с тежки зимни условия. Тогава растенията се възстановяват по-дълго от стреса, трудно навлизат във фаза вретенене и изкласяването се забавя. За района на Добруджа освен продължителна и хладна пролет са характерни и късни пролетни слани. Често те са причина за висок процент на стерилност. В различна степен подобни повреди са наблюдавани през четири от реколтните години дори, когато изкласяването е през май.

През периода изкласяване – наливане на зърното растенията се нуждаят от благоприятен водно-температурен режим. В района на Добруджа средните дневни температури през третата десетдневка на май се задържат около  $18^{\circ}\text{C}$ , което се смята за оптимум. Анализът на резултатите показва,

че ограничаващ фактор за продължителността на фазата са недостатъчното количество валежи. При проучване стопанската характеристика на масово районирани сортове е установено, че през периода ечемикът е толерантен към умерени нива на стрес. Неговото задълбочаване обаче води до силно редуциране на масата на зърното. Това е компонентът на добива, който практически растението няма механизъм да компенсира. Подобен е ефектът и при масово разпространение на икономически важни болести като кафява ръжда и мрежовидни листни петна. Високата им степен на разпространение води до бързо обезлистване, снижаване нивото на фотосинтеза, нарушена реутилизация на хранителните вещества, в следствие на което зърното остава недоизхранено и спаружено. Посевите узряват преждевременно.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на извършените наблюдения са установени основните групи фактори, влияещи върху фенологичното развитие на зимния ечемик при условията на Североизточна България.

Най-голям ефект върху продължителността на периода сеитба – поникване оказват среднодневните и радиационни температури. През периода на изследване няма условия за оценка на влагозапасеността като лимитиращ фактор.

Продължителността на периода поникване – братене е пряко свързана с температурите и датата на сеитба. Осъществяването и в по-късен от оптималния срок води до удължаване на периода и презимуване на растенията в неподходяща фаза. Създават се условия за по-висока степен на повреди.

Върху продължителността на периода от начало на братене до изкласяване с най-голям ефект са среднодневните температури. Наличието на стрес през зимните месеци е също причина за удължаването му.

При условията на района, върху продължителността на наливане на зърното добрата влагозапасеност, средните и абсолютни максимални температури имат сходна тежест. Масовото разпространение на икономически важни болести често води до по-ранно обезлистване на растенията и преждевременно узряване.

Условията на годината са с по-голям дял в общото вариране на проучваните междуфазни периоди. Ролята на генотипа е по-съществена по отношение на периода братене-изкласяване.

По-нататъшните изследвания ще продължат на няколко нива:

- Разработване на модели, отразяващи количествения ефект на конкретни метеорологични фактори върху фенологичното развитие на зимния ечемик.

- Установяване на връзката между продължителността на отделните периоди от развитието и формирането на основните компоненти на добива и качеството.

- Проучване на разликите в адаптивния потенциал на отделните систематични групи зимен ечемик по отношение на видовете абиотичен стрес.

## ЛИТЕРАТУРА

- Вълчев, Д., 2007.** Проблеми, постижения и перспективи в селекцията по сухоустойчивост и студоустойчивост при ечемика. Изследвания върху полските култури, том IV-1, 5-18.
- Вълчев, Д. и Д. Вълчева, 1997.** Влияние на азотното торене и влажността на почвата върху някои физиологични показатели, характеризиращи сухоустойчивостта на ечемика. Растениевъдни науки, № 3-4.
- Граматииков, Б., П. Пенчев, В. Котева, Хр. Кръстева, Ст. Станков, Ст. Навушанов, Б. Зарков, Д. Атанасова, 2004.** Технология за отглеждане на ечемик. PSSE, София, 64.
- Димитрова-Донева, М., 2008.** Влияние на някои агротехнически фактори върху добива на зърно при двуредния ечемик сорт Емон, отглеждан в условията на Странджа. Растениевъдни науки, 45: 543-547.
- Дюлгерова, Б. и Д. Вълчев, 2012.** Характеристика на зимен фуражен ечемик сорт Божин. Растениевъдни науки, 49: 62-66.
- Котева, В., Б. Зарков, Д. Атанасова, В. Манева, 2010.** Устойчиво отглеждане на ечемик в условията на воден дефицит. Изследвания върху полските култури, том VI-1, 67-78.
- Попова, Т., Д. Вълчева, Д. Вълчев, Д. Димова, И. Озгурк, 2010.** Устойчивост на сортове и линии двуреден ечемик към причинителя на кафява праховита главня (*Ustilago nuda*). Изследвания върху полските култури, том VI-1: 133-138.
- Clewer, A., D. Scarisbrick, 2001.** Practical statistics and experimental design for plant and crop science. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 332.
- Fowler, D. and A. Limin, 2004.** Interactions among factors regulating phenological development and acclimation rate determine low-temperature tolerance in wheat. Annals of Botany 94: 717-724.
- Francia, E., D. Barabaschi, A. Tondelli, G. Laido, F. Rizza, A. Stanca, M. Busconi, C. Fogher, E. Stockinger, N. Pecchioni, , 2007.** Fine mapping of a HvCBF gene cluster at the frost resistance locus Fr-H2 in barley. Theor Appl Genet. 115: 1083-1091.
- Hay, R. and R. Ellis, 1998.** The Control of Flowering in Wheat and Barley: What Recent Advances in Molecular Genetics Can Reveal. Annals of Botany 82: 541-554.
- Herndl, M., JeVrey White, S. Graeff, W. Claupein, 2008.** The impact of vernalization requirement, photoperiod sensitivity and earliness per se on grain protein content of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica, 163: 309-320.
- Gavito, M., P. Curtis, T. Mikkelsen, I. Jakobsen, 2001.** Interactive effects of soil temperature, atmospheric carbon dioxide and soil N on root development, biomass and nutrient uptake of winter wheat during vegetative growth. Journal of Experimental Botany, vol. 52, № 362: 1913-1923.

- Gieco, J., J. Dubcovsky, L. Camargo, 2004.** Interaction between resistance to *Septoria tritici* and phenological stages in wheat. *Sci. agric.*, vol. 61, № 4: 422-426.
- Kernich, G., G. Halloran, R. Flood, 1997.** Variation in duration of pre-anthesis phases of development in barley (*Hordeum vulgare*). *Aust. J. Agric. Res.*, 48, 59-66.
- Mahfoozi, S., A. Limin, D. Fowler, 2001.** Influence of vernalization and photoperiod responses on cold hardiness in winter cereals. *Crop Science*, 41: 1006-1011.
- StatSoft, Inc., 2004.** STATISTICA (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- UPOV, 2003.** Protocol for distinctness, uniformity and stability tests. *Hordeum vulgare* L. *sensu lato*. European Union, Community Plant Variety Office, 43pp.
- Zadoks, J., T. Chang, B. Konzak, 1974.** A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.