

**ПРОУЧВАНЕ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕТО ГЕНОТИП x СРЕДА
ПРИ СОРТОВЕ ЗИМНА ПШЕНИЦА I. КАЧЕСТВО НА ЗЪРНОТО**

Николай Ценов¹, Костадин Костов¹, Тодор Губатов², Веселина Пеева²

¹Добруджански земеделски институт, Генерал Тошево

²Агроном I Холдинг, Добрич

Резюме

Ценов Н., К. Костов, Т. Губатов, В. Пеева, 2004. Проучване на взаимодействието генотип x среда при сортове зимна пшеница. I. Качество на зърното.

Проучвано е влиянието на условията на оглеждане върху качеството на зърното при 33 сорта зимна пшеница в осем пункта на страната през две последователни години. Анализирано е детайлно взаимодействието на условията с показатели, основни в търговията по качество на зърното, като хектолитрова маса (ХМ), добив мокър глютен (ДМГ), отпускане на глутена (ОГ) и число на хлебопекарна сила (ЧХС). При всички изследвани показатели взаимодействието генотип x среда е достоверно високо и е от двата основни типа - линеен и нелинеен. При ХМ и ОГ условията на годината и тези на пункта на изпитване оказват почти сходно влияние. При ДМГ и ЧХС условията на отделния пункт оказват по-силно влияние върху фенотипа, отколкото тези на годината. Селекционното подобряване на някои от проучваните показатели предизвиква понижаване на неговата стабилност в различни условия. Изключение в това отношение прави показателят ХМ.

Ключови думи: Зимна пшеница, Качество на зърното, Взаимодействие генотип x среда

Abstract

Tsenov, N., K. Kostov, T. Gubатов, V. Peeva. 2004. Study on the genotype x environment interaction in winter wheat varieties. I. Grain quality.

The effect of the growing conditions on grain quality was investigated in 33 winter wheat varieties at eight locations in Bulgaria during two successive years. The detailed interaction of environmental conditions with basic parameters of quality grain trade were analyzed such as Test weight (TW), wet gluten content (WGC), relaxation of the gluten (RG) and bread-making strength index (BMSI). In all studied parameters, the genotype x environment interaction was significantly high and it was of the two main types - linear or non-linear. In HW and RG, the year conditions and the environmental conditions at the trail location produced almost similar effects. In WGC and BMSI, the environmental con-

ditions at the respective location had a stronger effect on the phenotype in comparison to the year conditions. The breeding improvement of some of the investigated parameters caused decrease of their stability under various conditions. The parameter HW was an exception in this respect.

Key words: Winter wheat, Grain quality, Genotype x environment interaction

УВОД

Пшеницата е култура на микроклимата и фенотипната стойност на отделни признаци често значително се различава от заложите на генотипа. В тази връзка проявлението на всяко качество и свойство при нея е пряко свързано с конкретни условия на отглеждане (Чалеев и авт. 1993). Вегетационният период при зимния тип пшеница е много дълъг и това е предпоставка средата, в която се отглежда, да има осезаемо влияние при формиране на продуктивността и качеството на зърното. Чрез селекция и при двете групи признаци в света и у нас е достигнато до високи нива. Естественният физиологичен хомеостазис на пшеницата се намалява, особено ако тя се отглежда в естествено провокационни като стрес условия на средата. Това налага провеждането на екологични опити, които да определят стабилните генотипове и да спомогнат за правилното райониране на голямото разнообразие от създадени сортове пшеница (Стоева и Пенчев, 2002).

Количественият израз на хомеостазиса е екологичната стабилност (Вълчинков, 1990). В най-общия смисъл тя е способността на генотипа да се променя адекватно при промяна в условията. Взаимодействието на генотипа с тях е обект на обширни изследвания по отношение на коректното райониране на създадени сортове във връзка с тяхното проявление (Braun et al 1992, Trethowan et al, 2002). Използват се множество статистически подходи и модели за възможно най-детайлен анализ на всеки от двата типа взаимодействие – линейен и нелинеен (Westkott, 1986 Yan & Hunt, 2001).

Стоева и Пенчев (1999) установяват силно взаимодействие между условията и нивото на хектолитровата маса и ДМГ. Според Voggini et al. (1997), количеството на белтъка в зърното се влияе от достоверно взаимодействие на сорта с района при твърдата пшеница. Peterson et al. (1998), установяват, че върху някои качествени показатели и при обикновената зимна пшеница влиянието на условията в щата Небраска по принцип е аналогично. Количеството и качеството на протеина в зърното, респективно ДМГ, зависят от редица физиологични и биохимични процеси, които пък се влияят от почвено-климатичните условия, прилаганата агротехника и пр.

У нас липсват данни относно поведението на новите сортове зимна пшеница в разнообразни условия на отглеждане, особено по отношение на показателите за качество, по които тя се изкупува.

Цел на това изследване е да се установи характерът на взаимодействието на сортовете пшеница с условията на отглеждане относно някои показатели, приети за определящи нивото на качество в търговията на хлябно зърно.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изходен материал. Обект на изследването са тридесет и три български сорта

**Проучване на взаимодействието генотип x среда при сортове зимна пшеница
I. Качество на зърното**

зимна хлебна пшеница. Групата се състои от 23 сорта на ДЗИ - Г. Тошево, 8 сорта на ИРГР - Садово и 2 сорта от фирма "Агроном"- Добрич. Включени са и 6-те стандартни за нашата страна сорта (Враца, Плиска, Янтър, Славянка 196, Садово 1, Победа). Изследваните сортове са подбрани да се различават по качество на зърното. Силните пшеници са 14, а създадени през последните 10 години са 20, което съставлява около 60% от всичките.

Условия на провеждане на екологични опити. Избраните сортове са отглеждани в осем различни по отношение на почвено-климатичните условия пункта през две последователни години - 2002 и 2003 (Таблица 1).

Таблица 1. Данни за пунктовете на отглеждане и основни мероприятия на агротехниката в опитите

Table 1. Data for trail locations and some agrotechnique practices

| Пункт Location | pH на почвата pH of soil | Почвен тип Soil type | Обозначен ие на пункта Indication | Растителна защита Plant protection |
|-------------------------|--------------------------------|---|--|---|
| Русе Rousse | 6.7 | Карбонатен чернозем Calcareous chernozem | L-1 | |
| Тутракан Tutrakan | 5.4 | Излужен чернозем Leached chernozem | L-2 | |
| Добрич Dobrich | 5.8 | Излужен чернозем Leached chernozem | L-3 | Срещу плевели и срещу вредна житна дървеница |
| Бургас Burgas | - | Излужена смолница Leached chernozem | L-4 | |
| Айтос Aitos | 4.4 | Излужена канелено-горска Leached sinnamonic forest | L-5 | Weed control and cereal bug control |
| Търговище Targoviste | - | Излужен чернозем Leached chernozem | L-6 | |
| Варна Varna | 5.2 | Сива горска Gray forest soil | L-7 | |
| Враца Vratsa | - | Светло-сива горска Light-gray forest soil | L-8 | |

Опитите са залагани в 4-кратно повторение при големина на парцела 15 м². Използван е предшественик слънчоглед с изключение на Русе през 2002 и Варна през 2003, където той е бил царевица за зърно. Всички опитни участъци са торени предсеитбено с 20 кг/дка амофос и са подхранвани през пролетта с 20 кг/дка САС и през двете години.

Методики за определяне на качествените показатели. Качеството на зърното, получено от изведените опити, е установено чрез определяне на следните показатели: хектолитрова маса (ХМ); добив мокър глютен (ДМГ); отпускане на глютена (ОГ) и число на хлебопекарна сила (ЧХС). Всички показатели са определяни в лабораторията по качество на фирма "Агроном", съгласно изисквания по показатели, както следва: за хектолитрова маса – БДС ISO 7971-2, за добив мокър глютен, отпускане на глютена и число на хлебопекарна сила - БДС 13375-88. При показателя "отпускане на глютена" (ОГ) по-високите стойности са свързани с по-ниско качество на зърното и това е взето под внимание при анализа на данните.

Њтатистически подходи. Подреждането на първоначалните данни и тяхното обобщаване е правено чрез използване на програма Microsoft Excel^{XP}. Анализът на взаимодействието генотип x среда е направен чрез използване основно на две статистически програми - STABLE (Kang and Magari, 1995) и GEST. Двете програми имат възможности за оценка на почти всички аспекти на сложното взаимодействие на генотипа с условията чрез изчисляване и графичен анализ на множество параметри.

РЕЗУЛТАТИ

Условията на отглеждане оказват съществено влияние върху фенотипното проявление на изследваните показатели (Таблица 2). Това влияние е по-силно изразено от дяла на генотиповете, с изключение на показателя ЧХС. При всички изследвани качествени показатели е налице достоверно взаимодействие генотип x среда. Затова се налага да се направи по-детайлен анализ на природата на наблюдаваното взаимодействие.

Таблица 2. Анализ на вариансите по показатели на качество на зърното при проучваните сортове пшеница

Table 2. ANOVA of grain quality parameters of investigated varieties./

| Вариране Source of Variation | df | ХМ | ДМГ | ОГ | ЧХС |
|---|-----|-----------|----------|-----------|-----------|
| | | TW | WGC | RG | BMSI |
| Достоверност F критерий Reliability, Factor F | | | | | |
| Общо вариране Total | 527 | 7.71 * | 21.47 ** | 6.87 * | 61.9 ** |
| Генотипове Genotypes | 32 | 25.42 ** | 26.24 ** | 35.52 ** | 386.4 *** |
| Условия на средата Environments | 15 | 137.89 ** | 498.13** | 59.63 *** | 274.8 ** |
| - Година / Year | 1 | 76.34 ** | 241.05** | 25.13** | 121.8*** |
| - Пункт / Location | 7 | 61.55 ** | 257.08** | 34.50** | 153.1*** |
| Генотип x условия G x E Interaction | 480 | 2.46 *** | 6.26 *** | 3.51 *** | 33.7 *** |
| Хетерогенност Heterogeneity | 32 | 1.57 ** | 6.05 ** | 5.05 ** | 55.2 *** |
| Вариране на хетерогенността Heterogeneity variance # | 32 | 8.62 ** | 6.43 ** | 8.49 ** | 7.82 ** |
| Баланс (Случайни фактори) Residual | 448 | 2.53 ** | 6.27 ** | 3.37 ** | 32.1 *** |
| Коефициент на регресия bi Regression coefficient bi | 480 | 3.79 ** | 5.93 ** | 11.46 ** | 7.01 * |

Изчислено по Muir (1992)

Влиянието на годината и пункта е установено чрез допълнителното разделяне на влиянието на условията посредством статистиката на програма GEST. Влиянието на пункта е по-силно от това на годината при всички показатели с изключение на това при ХМ, като стойностите съответно са доказани.

Хетерогенността е достоверно висока при всички изследвани признаци, като

**Проучване на взаимодействието генотип x среда при сортове зимна пшеница
I. Качество на зърното**

при ЧХС е много силна. Подбраните сортове реагират по различен начин на промяна на условията на отглеждане и тази реакция е конкретна за всеки един показател. Доказаните стойности на баланса показват, че поведението на изследваните генотипове по отношение на качеството трудно може да бъде прогнозирано поради наличие на паратипичен тип на взаимодействие генотип x среда. В подобни случаи според Lin et al. (1986) използването на конвенционалните показатели като средна аритметична, коефициент на вариране, дори регресионен коефициент, биха довели до неправилно тълкуване на наблюдаваното взаимодействие и изводи за сортовете.

Коефициентът на регресия е достоверно доказан, което е указание за възможен статистически анализ на стабилността чрез него по най-широко използвания в света метод на Eberhart & Russel (1966) или негови варианти. Достоверността обаче на баланса показва наличие на нелинеен тип взаимодействие, което изключва коректното използване на регресионния коефициент b_1 и отклонението от регресионната права Si^2 при всички показатели. Данните тук се различават съществено от тези на Стоева и Пенчев (1999) и Чалеев и авт. (1993), които използват регресионния анализ за оценка на стабилността на група сортове и правят важни изводи за някои от тях.

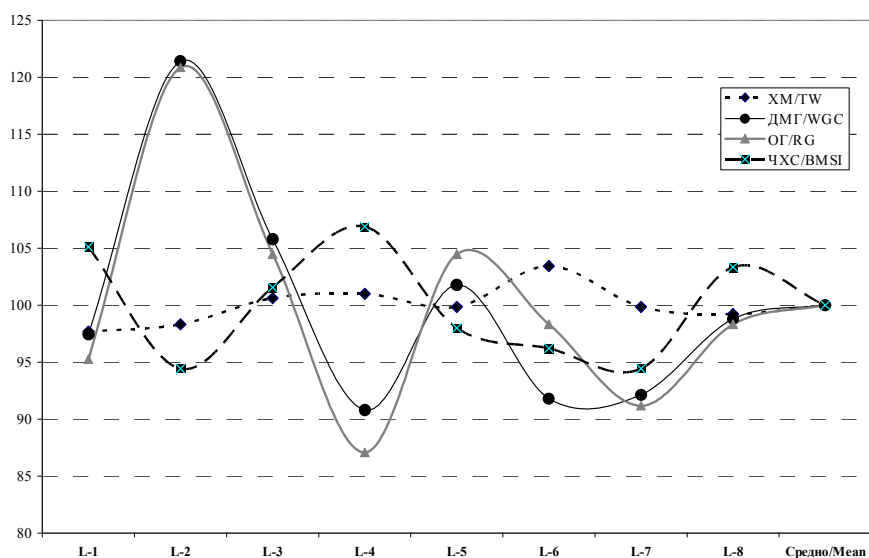
Разликите в средните стойности на показателите между отделните пунктове са показани в таблица 3. Установено е, че конкретните условия на отделните пунктове оказват съществено положително или отрицателно влияние върху проявлението на изследваните показатели. В сравнение със средното проявление на всеки един показател за цялата група пунктове недостоверно влияние е налице в Айтос (и 4-т показателя), следван от Враца (три от тях без ЧХС); Добрич (три от тях без ДМГ); по два в Русе и Търговище.

Таблица 3. Разлика в средните аритметични стойности
при изследваните показатели в различните пунктове на отглеждане
Table 3. Difference between location means of investigated quality parameters

| Пунктове Locations | Хектолитрова маса Test weight | | ДМГ Wet Gluten Content | | Отпускане на глутена Relaxation of the Gluten | | ЧХС Bread-making Strength index | |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|--|---------------------|---------------------------------------|--------------------|
| | Средна Mean | t-тест t test | Средна Mean | t-тест t test | Средна Mean | t-тест t test | Средна Mean | t-тест t test |
| L-1 | 76,4 | -1,86 * | 29,3 | 1,49 ^{NS} | 9,3 | -1,24 ^{NS} | 59 | 1,89 * |
| L-2 | 76,9 | -3,59 ** | 36,5 | 12,31*** | 11,8 | -4,21 ** | 53 | -1,99 * |
| L-3 | 78,7 | 1,51 ^{NS} | 31,8 | 4,42 ** | 10,2 | 1,03 ^{NS} | 57 | 0,84 ^{NS} |
| L-4 | 79,0 | 1,69 * | 27,3 | -7,11 *** | 8,5 | 3,64 ** | 60 | 1,73 * |
| L-5 | 78,1 | 0,04 ^{NS} | 30,6 | 0,74 ^{NS} | 10,2 | 0,92 ^{NS} | 55 | 0,85 ^{NS} |
| L-6 | 80,9 | 1,81 ** | 27,6 | -5,78 ** | 9,6 | 0,34 ^{NS} | 54 | 0,83 ^{NS} |
| L-7 | 78,1 | 0,07 ^{NS} | 27,7 | -4,86 ** | 8,9 | 2,22 ** | 53 | -1,91 * |
| L-8 | 77,6 | 1,21 ^{NS} | 29,7 | 0,91 ^{NS} | 9,6 | 0,43 ^{NS} | 58 | -1,99 * |
| Достоверност Reliability | P=0,5 | P=0,1 | P=0,5 | P=0,1 | P=0,5 | P=0,1 | P=0,5 | P=0,1 |
| t критично t critical | 1,67 | 2,01 | 1,67 | 2,01 | 1,67 | 2,01 | 1,67 | 2,01 |

Най-силно и достоверно е влиянието на условията върху показателите в Оутракан- ХМ(-3.59**); ДМГ(+12.31***); ОГ(-4.21**) и ЧХС(-1.99*) и Бургас ХМ(+1.69**); ДМГ(-7.11***); ОГ(-3.64**) и ЧХС(+1.73*). Условията на

отглеждане във Варна също имат силно влияние на показателите с изключение на ХМ- 0.07^{NS}. В Русе се наблюдава отрицателно влияние върху ХМ (-1.86*) и положително върху ЧХС – (+1.89*). Според проявлението на качеството на зърното на пшеницата е видно, че пунктовете за провеждане на изследването са подбрани удачно (Фигура 1).



Фиг. 1. Вариране на качествените показатели в различните пунктове на изпитване

В най-слаба степен условията влияят върху показателя ХМ, като само в три пункта то е съществено - положително в Търговище и отрицателно в Тутракан и Русе. По отношение на ДМГ достоверно положително влияние върху показателя е налице в Тутракан и Добрич, докато в Бургас, Търговище и Варна има силно снижение на фенотипното му ниво.

Отпускането на глутена е показател, който се влияе положително в източната част - Бургас и Варна, докато в Тутракан има силно фенотипно снижение. Показателят ЧХС е най-висок в Русе и Бургас, докато в другите пунктове се снижава или остава непроменен.

ОБСЪЖДАНЕ

Дали условията в отделните пунктове влияят в аналогична степен на различни по генетични заложи по качество сортове при отделните качествени показатели? Отговор на този въпрос има в представените в таблица 4 данни за разликите в средните стойности на предварително подбрани две групи сортове – по 12 на брой съответно от група А и група Б по качество на зърното.

При ДМГ няма разлика в нивото на показателя между двете групи. Това означава, че или силните пшеници имат ниско количество мокър глютен или средните по качество сортове се влияят положително от условията на отглеждане. За подобно ниско количество мокър глютен съобщават Панайотов и Рачински (2002). Обяснението се свързва с отрицателната корелация между ДМГ и високата продуктивност при новите сортове. Вероятно това е причина

Проучване на взаимодействието генотип x среда при сортове зимна пшеница
I. Качество на зърното

при нискокачествените сортове стабилността да е значително по-ниска в сравнение със силните пшеници (Пенчев и Стоева, 2004). Изключение в това отношение се наблюдава единствено в опита в Тутракан.

Таблица 4. Разлики между средните аритметични стойности на качествените показатели според качеството на групите сортове
Table 4. Differences between location means of quality parameters for both grain quality groups of varieties.

| Location Пункт | Качествени показатели / Quality parameters | | | |
|-------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|
| | ХМ / TW | ДМГ / WGC | ОГ / RG | ЧХС / BMSI |
| L-1 | 0,89 ^{NS} | 1,54 ^{NS} | +2,61 ^{**} | 3,40 ^{**} |
| L-2 | 0,52 ^{NS} | 1,80 [*] | +4,03 ^{**} | 4,17 ^{**} |
| L-3 | 1,15 ^{NS} | 0,19 ^{NS} | 0,01 ^{NS} | 1,73 [*] |
| L-4 | 1,76 [*] | 0,56 ^{NS} | +1,32 ^{NS} | 2,34 ^{**} |
| L-5 | 1,75 [*] | -0,75 ^{NS} | +4,31 ^{**} | 2,26 ^{**} |
| L-6 | 1,29 ^{NS} | 0,12 ^{NS} | +0,16 ^{NS} | 1,33 ^{NS} |
| L-7 | 1,70 [*] | -0,11 ^{NS} | +0,83 ^{NS} | 3,10 ^{**} |
| L-8 | 1,82 [*] | 0,41 ^{NS} | +1,83 [*] | 2,58 ^{**} |
| HCP/LSD | P=0.05 | 1,68 | P=0.01 | 2,01 |

Хектолитровата маса и отпускането на глутена се явяват показатели, чрез проявлението на които пунктовете биха могли да се разделят условно на две групи – добри и неутрални.

Това, че са подбрани различни по качество сортове, не е достатъчно за съществена разлика между двете групи. Вероятна причина за това е по-слабото влияние на пункта на изпитване. Колкото до влиянието на годините като цяло, те бяха благоприятни и за двете групи генотипове. Това означава, че условията на отглеждане влияят по сходен начин при различните по качество на зърното сортове. Високите стойности на показателите при сортовете от група II Б по качество вероятно се дължат на високата технология на отглеждане по отношение на балансираното торене, както и естественото почвено плодородие в пунктовете.

При ЧХС, който в най-силна степен изразява евентуалната генетична разлика в качеството на зърното, само в Търговище липсва достоверна разлика между двете групи по качество. Като интегриран показател-индекс, в това изследване ЧХС се оказва почти единственият критерий, по който сортовете биха могли да бъдат успешно диференцирани по качество.

За подобряване на сортовете, както и тяхното успешно райониране в конкретни условия е необходимо да се познават корелациите между нивото на всеки показател и параметрите на взаимодействието генотип x среда (табл. 5).

Високи, но недостоверни, са корелациите между степента на вариране на $\frac{1}{\sigma^2} \frac{d\sigma^2}{d\mu}$ фенотипно проявление. Това означава, че селекционното подобряване на даден показател води до понижаване на неговата стабилност. Подобно нещо в случая се наблюдава при ДМГ и ЧХС, докато при ХМ положението е точно обратното. Ниската и недостоверна корелация между нивата на показателите и регресионния коефициент е отражение на наличието на нелинейно взаимодействие между сорта и средата по отношение на качеството. Положителната корелация с регресионния коефициент показва праволинеен тип реакция на генотипа в посока на повишаване при благоприятни

условия при сорт с генетично високо качество. Това предполага, че нивото на показателите при средните по качество сортове не се изменя достоверно при промяна на условията. Подобно нещо може да се получи единствено при ДМГ, докато при другите показатели е изключено. За подобни зависимости при корелацията на тези параметри съобщава Вълчинков, (2000) при проучване на царевица.

Таблица 5. Корелации между нивото на качествените показатели и статистическите параметри на взаимодействието генотип x среда

Table 5. Correlations between the means and some statistic parameters for calculating genotype by environment interactions

| Пункт Location | Качествени показатели Quality parameters | | | |
|---|---|------------|----------|-------------|
| | ХМ TW | ДМГ WGC | ОГ RG | ЧХС BMSI |
| Coefficient of variation Вариационен коефициент (V C%) | -0.58 | 0.47 | 0.10 | 0.44 |
| Regression coefficient / Регресионен коефициент (bi) | -0.36 | 0.39 | 0.11 | -0.05 |
| Stability variance / Варианс на стабилността (σ_i^2) | -0.48 | 0.28 | 0.12 | 0.53 |
| Ековаленс / Ecovalence (W_i^2) | -0.49 | 0.28 | 0.13 | 0.50 |
| Коефициент на определяне Coefficient of determination (R) | -0.40 | 0.10 | -0.12 | -0.53 |
| Подреждане по средна аритметична Mean rank (Y_{s_i}) | 0.86 | 0.86 | 0.91 | 0.89 |

При варианса на стабилността (S_i^2) ниските недоказани корелации са предпоставка за идентификация на генотипове с високо качество и средна стабилност и обратно – с ниско качество и висока стабилност. При ЧХС - обратно - достоверно високата положителна корелация означава, че е напълно възможно да се установят сортове с високо качество и достатъчно висока стабилност в различни условия на средата.

Аналогична като стойност е корелацията между нивото на всеки показател и ековаленса (W_i^2), който измерва дяла на всеки генотип в общото взаимодействие със средата. Според Baker & Lion (1988) най-висока е стабилността на генотип, чиито стойности на ековаленса се приближават към нула. Следователно, всяка положителна корелация с този параметър означава по-силно изразено взаимодействие с условията, което води до нестабилност.

Негативната корелация на показателите с коефициента на определяне (R) потвърждава отново данните за понижаване на стабилността на даден генотип, ако той притежава високи стойности на някой от показателите.

Високите и достоверни корелации с подреждане по средна аритметична според (Y_{s_i} , Kang 1993) се дължат на компромиса който този изследовател прави по отношение на стабилността на даден сорт. При това подреждане значително по-голяма е тежестта на нивото на признака отколкото нивото на неговата стабилност. Този подход идентифицира сортове с високо качество без да се отчита сериозно тяхната стабилност.

В заключение може да се отбележи, че и в това изследване за пореден път се

доказва зависимостта на качеството на зърното от условията, в които се отглежда пшеницата. В почти всички изследвания при ХМ и ДМГ, които са масово използвани анализи в света, се обсъжда линеен тип взаимодействие с условията. За такъв тип се съобщава при пролетната (Бебякин и Рогожкина, 1995) и при зимната пшеници, (Mladenov et al, 1996). Особено тук се отнася до наличие и на нелинеен тип взаимодействие с условията при всички качествени показатели, което не е съобщавано досега у нас. Подобно влияние при зимната пшеница се обсъжда предимно спрямо добива зърно (Trethowan et al, 2002). Този нов момент предполага още по-детайлно изясняване реакцията не само на група сортове, но и на отделни генотипове. Само по този начин би се решил сложният въпрос с коректното райониране на сортовете, не само според нивото на добива или качеството на зърното, но и според тяхната фенотипна стабилност.

ИЗВОДИ

При всички изследвани показатели взаимодействието генотип x среда е достоверно високо и е от двата основни типа - линеен и нелинеен.

Влиянието на условията на конкретния пункт е по-силно изразено в сравнение с това, предизвикано от условията на годината.

Селекционното подобряване на някои от проучваните показатели води до понижаване на неговата стабилност в различни условия, с изключение на хектолитровата маса.

ЛИТЕРАТУРА

- Бебякин, В.М. и Т.Б. Рогожкина, 1995.** Оценка фенотипической стабильности сортов яровой мягкой пшеницы по качеству зерна на основе экологической регрессии. Доклады Российской академии СС наук, 3: 7-9
- Вълчинков, Ст. 1990.** Проучване на взаимодействието генотип-среда при самоопрашени линии и хибриди царевица. I. Сравнение на два метода, определящи фенотипната стабилност. Генетика и селекция, 23(2): 109-116.
- Вълчинков, Ст. 2000.** Проучване на взаимодействието генотип-среда при самоопрашени линии и хибриди царевица. Автореферат на Докторска дисертация, Кнежа, 36.
- Панайотов, Ив. и Т. Рачински, 2002.** Селекция на пшеницата като основа на зърненото производство в България. В 50 години Добруджански земеделски институт - Юбилейна научна сесия "Селекция и агротехника на полски култури" том 1, раздел 1, 25-41.
- Пенчев Е. и Ив. Стоева, 2004.** Оценка екологическата пластичност и стабилност на група сортове зимна мека пшеница, В този том на списанието.
- Стоева, Ив. и Е. Пенчев, 1999.** Проучване на промените в качествените характеристики на група сортове от зимна пшеница в зависимост от годишните условия. Селскостопанска наука, 37(2): 15-18.
- Стоева Ив. и Е. Пенчев, 2002.** Качествена характеристика на сортове обикновена пшеница, създадени в Добруджански земеделски институт – Ген. Тошево, В 50 години Добруджански земеделски институт - Юбилейна научна сесия "Селекция и агротехника на полски култури" том 1, раздел 1, 88-97.
- Пенчев, Е. и Ив. Стоева, 2004.** Оценка екологическата пластичност и стабилност на група сортове зимна мека пшеница, В този том на списанието.
- Becker H. C. and J. Leon. 1988.** Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding 101:1-23.
- Boggini, G, M.A. Doust, P. Annicchaiarico and L Pecetti 1997.** Yielding ability, yield stability, and quality of exotic durum wheat germplasm in Sicily. Plant Breeding 116(6): 541-545

- Eberhard, S.A. and W.A. Russell 1966.** Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* **6**:36-40.
- Kang M. S. 1993.** Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trails: Consequence for growers. *Agronomy Journal* **85**: 754-757.
- Kang M. S. and R. Magari. 1995.** STABLE: A basic program for calculating stability and yield-stability statistics. *Agronomy Journal* **87**:276-277.
- Lin C. S., M. R. Binns and L. P. Lefkovich. 1986.** Stability analysis: Where do we stand?. *Crop Science* **26**: 894-900.
- Mladenov, N, N. Przuij, M. Malesevic, S. Prodanovic, M. Bogdanovic, M. Markovic, 1996.** Effect of Genotype x environment interaction on seed quality in winter wheat, In: Seed industry and Agricultural development, Agro Annual Meeting China'1997q pp. 562-569
- Muir, W., Nyquist, WE and Xu, S. 1992.** Alternative partitioning of the genotype-by-environment interaction. *Theor. Appl. Genet.* **84**:193-200.
- Peterson, C.J., R.A. Greybosch, D.R. Shelton and P.S. Baenziger 1998.** Baking quality of hard winter wheat: Response of cultivars to environment in the Great Plains. In: Braun. H-J. et al (Eds.) *Wheat: Prospects for global improvement.* 223-228.
- Trethowan, R. M. van Ginkel and S. Rajaram, 2002.** Progress in breeding wheat for yield and adaptation in global drought affected environments. *Crop Science*, **42**(5): 1441-1446.
- Westcott, B. 1986.** Some methods of analyzing genotype-environment interaction. *Heredity* **56**:243-253.
- Yan, W and L.A Hunt 2001.** Interpretation of genotype x environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Science* **41**(1): 19-25.