

**ОЦЕНКА НА РАЗНООБРАЗИЕТО И ВЗАИМОВРЪЗКИТЕ МЕЖДУ
АГРОНОМИЧЕСКИ И КАЧЕСТВЕНИ ПОКАЗАТЕЛИ В СОРТИМЕНТ ОТ
ГЕНОТИПОВЕ ТВЪРДА ПШЕНИЦА**

Красимира Танева, Виолета Божанова

Институт по полски култури, 6200 Чирпан, България,

E-mail: krasimira.taneva@abv.bg

**ASSESSMENT OF DIVERSITY AND ASSOCIATION BETWEEN AGRONOMIC AND
QUALITY TRAITS IN SORTIMENT OF DURUM WHEAT GENOTYPES**

Krasimira Taneva, Violeta Bozhanova

Field Crops Institute, 6200, Chirpan

E-mail: krasimira.taneva@abv.bg

ABSTRACT

In the investigation were included 24 durum wheat genotypes – varieties and breeding lines of different origin – Bulgaria- Field Crops Institute – Chirpan, Europe, CYMIT-Mexico and ICARDA-Syria. All genotypes were grown in field conditions in the competitive variety trials in four repetitions in harvesting year 2013/2014 and were analyzed for agronomically important traits and traits associated with grain quality. For statistical processing of the data were used variation analysis, analysis of variance, Duncan's test for multiple comparing of means and principle component analysis – PCA. Significant diversity for the studied traits based on the variation coefficients was found. In regard to the agronomic traits the greatest variation was determined for: yield, kernel weight per spike, tillering and kernel number per spike. For quality traits highest variation was recorded for: pigmented losses at grinding of grain, SDS-value, gluten softening, bug damage degree. Correlation between some agronomic and quality traits was found, too. Based on the PC analysis studied genotypes are divided into different groups. In the group with the highest SDS sedimentation and protein content fall 4 foreign variety, two Bulgarian varieties and 5 breeding lines. The group, characterized by the highest content of wet gluten and yellow pigments contains - 2 foreign variety, variety Predel and two breeding lines and in the group with higher yield fall 5 breeding lines.

Key words: durum wheat, variability, correlations, multivariate methods

УВОД

Твърдата пшеница се използва за преработване в различни тестени изделия, които са основна храна за хората, а поради спецификата на зърното си (състав, структура и свойства) е предпочитана суровина най-вече за производство на висококачествени макаронени изделия (Dexter and Matsuo, 1980; Feillet and Dexter, 1996; Петрова, Ив., Белчева, Л., 2000).

Основен приоритет в селекцията на твърда пшеница е създаването на високодобивни сортове с подобро качество на зърното. Главните признаци свързани с качеството на зърното, гриса и макароните попадащи под внимание на селекционерите са: хектолитрова маса, стъкловидност, маса на 1000 зърна, пепелно съдържание, съдържание на жълти пигменти, съдържание на протеин, количество и сила на глутена, SDS-седиментационен обем, генетични маркери за качество (глиадини и глутенини), вискоеластични свойства на мокрия глутен, компресибилитет и отпускане, реологична оценка на макаронените теста.

Работата на селекционерите по отношение на подобряване на качеството на зърното е свързана с редица трудности, дължащи се на различни фактори. Малките различия във варирането на гените, контролиращи различните показатели свързани с качеството на зърното в съвременните сортове твърда пшеница са съществено ограничение при селекционното подобряване на тези признаци (Blanco et al, 1994). Това налага в програмите по селекция да се включват голям брой генотипове с различен еколого-географски произход. Изучаването на съществуващото генетично разнообразие и включването му в хибридизационните програми е важно за по-нататъшното подобряване на добива и качеството. Мултивариансните статистически методи се използват широко за оценка на

генетичното разнообразие на селекционни материали. Те служат както за графично представяне на отдалечеността между генотиповете, така и за характеризиране на варирането по признаци и връзките между тях (Божанова и др. 2006).

Целта на настоящето изследване е да се направи оценка на разнообразието и взаимовръзките между агрономически и качествени показатели в сортимент от генотипове твърда пшеница с различен еколого-географски произход.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В изследването са включени 24 генотипа твърда пшеница - сортове и селекционни линии с различен произход - България-ИПК-Чирпан, Европа, СУМИТ-Мексико и ICARDA-Сирия. Всички генотипове са отглеждани при полски условия в конкурсен сортов опит в четири повторения през реколтната 2013/2014 г. и анализирани по агрономически важни признаци и признаци свързани с качеството на зърното по общоприети методики. За сравнение са използвани стандартните сортове Предел и Сатурн-1. Определени са физичните свойства на зърното, съдържанието и качеството на протеина/глутена на зърното и гриса, цвета и кулинарно качество на тестените продукти. Хектолитровата маса и масата на 1000 зърна са определени съответно по БДС EN ISO 7971:2009 и БДС ISO 520:2010. Стъкловидността на зърното е определена съгласно стандарт БДС EN 15585:2008. Експерименталното смилане на зърното до грис е извършено с адаптирана лабораторна мелница QC-109 Labor Mim. Добивът на грис е изчислен на база зърно с 14% влага и е коригиран за влага на гриса също 14%.

Съдържанието на протеин в зърното и гриса е определено по метода на Келдал (N x 5,7) съгласно БДС EN ISO 20483: 2006, а на мокър глутен по БДС EN ISO 21415-2: 2008. Качеството на протеина/глутена е оценено по седиментационен обем на цяло смляно зърно с натриев додецил сулфат (SDS) (ICC 151: 1990).

Съдържанието на жълтите пигменти е определено спрямо стандартна крива с чист β -каротин (БДС EN ISO 11052: 2006). Получаването и кулинарната оценка на тестения продукт под формата на дискове с диаметър 7 mm по показателя число на кулинарно качество (ЧКК) е извършено по микрометода на Alause (1977).

Съдържанието на влага в зърното и продуктите от преработването му, необходима за преизчисляване на резултатите на база сухо вещество е определена съгласно БДС EN ISO 712: 2010.

За статистическа обработка на данните е използван пакет с програми Statistica 6.0. (StatSoft, Inc. 2002). Приложени са вариационен анализ, анализ на варианса и многофакторно сравняване по Дънкан ($P < 0.05$) и принципен компонентен анализ - PCA. Използван е софтуерът STATISTICA 7.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

От проведения анализ на варианса за агрономическите признаци, свързани с добива и признаците, свързани с млевното качество се установи статистическо достоверното влияние на генотипа върху варирането на всички изследвани агрономически признаци и на два от признаците, свързани с млевното качество – маса на 1000 зърна и стъкловидност. Този факт позволи да бъде изчислена достоверността на разликите между средните аритметични на участващите в извадката сортове и селекционни линии чрез множествен тест за достоверност по Дънкан. По отделните анализирани признаци генотиповете се разпределят в различен брой групи, статистически достоверно различаващи се помежду си, отразени в таблици 1 и 2.

По показателите свързани с агрономическите признаци най-голямо вариране в извадката от проучвани генотипове се наблюдава по отношение на добива от 100 kg/da при сорт Северина до 427 kg/da при селекционна линия Д-7557 и съответно е изчислен най-висок

вариационен коефициент – CV - 36,76 % . Значително вариране е отчетено и по признаците; тегло на зърната в клас – CV - 19.0, братимост - CV -16.5 %, брой зърна в клас - CV - 15.7 %, тегло на зърната в клас -- CV -12.6 % .

Таблица 1. Агрономически признаци свързани с добива

| Генотип | Добив, kg/da | Братимост, брой | Височина на растение, cm | Дължина на класа, cm | Брой класчета/клас брой | Брой зърна/клас брой | Тегло на зърната, g |
|----------------|--------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| 1.Предел | 223bcde | 4.5a | 92.7ef | 8.35cdefgh | 24.3cdefg | 55.0bcdef | 1.99abcde |
| 2.Сатурн-1 | 185abc | 4.6a | 80.1a | 8.75efghi | 22.2bcd | 65.6fg | 1.91abcd |
| 3.Северина | 100a | 7.8c | 90.8def | 8.65defghi | 26.1fgh | 65.6fg | 2.68e |
| 4.Superdur | 294ef | 6.7abc | 90.1def | 8.70defghi | 21.7bc | 57.2cdef | 1.77abcd |
| 5.Selyemdur | 307def | 7.4bc | 82.2abc | 9.70hi | 26.7gh | 62.9efg | 2.26cde |
| 6.Betadur | 174abc | 7.4bc | 86.1bcd | 9.45ghi | 25.8fgh | 52.6bcdef | 2.02abcde |
| 7.Auradur | 228bcde | 5.5ab | 91.3def | 8.95efghi | 24.4cdefg | 59.0cdef | 2.23cde |
| 8.TD-97 | 146ab | 6.3abc | 90.3def | 9.95i | 24.1cdefg | 60.7defg | 2.11bcde |
| 9.DF-009114002 | 222bcde | 5.5ab | 86.1bd | 8.20cdefg | 24.8defgh | 61.3defg | 2.35de |
| 10.Д-7724 | 304def | 5.0a | 90.7def | 7.35abcd | 21.9bc | 53.2bcdef | 1.83abcd |
| 11.М-287 | 128ab | 6.1abc | 80.6ac | 7.75bcde | 25.9fgh | 50.0abcde | 1.59abc |
| 12.Д-7557 | 426g | 7.5bc | 109.4i | 6.30a | 23.0bcde | 45.7abc | 2.26cde |
| 13.М-6433 | 126ab | 4.8a | 77.2a | 8.40cdefgh | 25.6efgh | 46.7abcd | 1.32a |
| 14.М-615 | 225bcde | 6.6abc | 98.6gh | 7.90bcdef | 26.3fgh | 41.1ab | 1.34a |
| 15.М-376 | 163abc | 6.2abc | 94.0fg | 8.45cdefgh | 22.4bcd | 50.8bcde | 1.54abc |
| 16.М-431 | 166abc | 6.4abc | 94.4fg | 9.25fghi | 24.0cdefg | 48.2abcd | 1.54abc |
| 17.Д-8138 | 200abcd | 5.4ab | 100.3h | 7.15abc | 27.3h | 73.9g | 1.75abcd |
| 18.Д-8308 | 195bcde | 8.1c | 79.0a | 6.20a | 18.6a | 36.5a | 1.41ab |
| 19.Д-8326 | 354fg | 5.9abc | 90.2def | 6.75ab | 20.9ab | 55.3bcdef | 2.36de |
| 20.ДВ-8359 | 210bcd | 6.6abc | 89.5def | 8.65defghi | 23.8cdef | 63.5efg | 2.39de |
| 21.Д-8362 | 177abc | 6.7abc | 87.8bde | 7.25abc | 20.4ab | 55.3bcdef | 1.94abcd |
| 22.Д-8370 | 265cdef | 6.1abc | 76.5a | 7.35abcd | 22.0bc | 63.1efg | 2.35de |
| 23.Д-7864 | 360fg | 7.6bc | 95.3fgh | 8.60defgh | 25.2efgh | 51.6bcdef | 2.13cde |
| Mean x | 227.7 | 6.29 | 89.27 | 8.18 | 23.80 | 55.43 | 1.96 |
| Min/Max | 100-427 | 4.5-8.1 | 76.5-109.4 | 6.20-9.95 | 18.6-27.3 | 36.5-73.9 | 1.32-2.68 |
| Variance | 7005.2 | 1.09 | 62.17 | 1.06 | 5.05 | 75.98 | 0.14 |
| Std.dev. | 83.7 | 1.04 | 7.88 | 1.03 | 2.25 | 8.72 | 0.38 |
| CV | 36,76 | 16.5 | 8.8 | 12.6 | 9.5 | 15.7 | 19.0 |

Варирането по признаците свързани с млевното качество (табл. 2) е в по-малки граници, в сравнение с варирането на агрономическите признаци (табл. 1). Най-значително е то по отношение на масата на 1000 зърна - CV - 10,32 % и стъкловидността – CV – 9,87 %. Несъществено вариране е отчетено по показателите хектолитрова маса - 76,8-84,1 kg/hl и по добив на грис 57,0-63,4%.

Таблица 2. Показатели за млевно качество

| Генотип | Хектолитрова маса, kg/hl | Маса на 1000 зърна, g с.в. | Стъкловидност, % | Добив на грис, % |
|-------------------|--------------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| 1. Предел | 77,3 | 35,1j | 63a | 58,0 |
| 2. Сатурн-1 | 77,8 | 33,3ghi | 91bc | 59,8 |
| 3. Северина | 78,1 | 34,2ij | 86bc | 61,6 |
| 4. Superdur | 77,2 | 31,0cde | 89bc | 61,2 |
| 5. Selyemdur | 81,2 | 31,4def | 86bc | 61,3 |
| 6. Betadur | 78,3 | 33,2ghi | 86bc | 61,5 |
| 7. Auradur | 77,2 | 30,8cd | 88bc | 62,0 |
| 8. TD-97 | 78,9 | 32,7fgh | 87bc | 60,6 |
| 9. DF-00009114002 | 81,7 | 32,1defg | 85bc | 61,2 |
| 10. Д-7724 | 76,8 | 30,8cd | 60a | 57,9 |
| 11. М-287 | 77,1 | 25,9a | 82bc | 57,1 |
| 12. Д-7557 | 82,0 | 40,4m | 77b | 63,2 |
| 13. М-6433 | 77,7 | 31,8def | 87bc | 61,1 |
| 14. М-615 | 80,2 | 33,5hi | 82bc | 60,9 |
| 15. М-376 | 77,1 | 28,3b | 90bc | 58,1 |
| 16. М-431 | 81,4 | 33,2ghi | 84bc | 61,7 |
| 17. Д-8138 | 78,5 | 28,5b | 90bc | 57,0 |
| 18. Д-8308 | 78,8 | 38,4l | 86bc | 62,2 |

| | | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 19. Д-8326 | 80,4 | 37,71 | 83bc | 62,8 |
| 20. ДВ-8359 | 77,4 | 33,4ghi | 96c | 60,5 |
| 21. Д-8362 | 80,7 | 32,3efgh | 94c | 61,9 |
| 22. Д-8370 | 79,8 | 29,9c | 91bc | 63,4 |
| 23. Д-7864 | 79,6 | 36,4k | 78b | 62,1 |
| 24. Д-8367 | 84,1 | 37,6kl | 85bc | 62,6 |
| Mean x | 79,1 | 33,0 | 84,4 | 60,8 |
| Min/Max | 76,8-84,1 | 25,9-40,4 | 60,0-96,0 | 57,0-63,4 |
| Variance | 3,85 | 11,59 | 69,47 | 3,54 |
| Std. dev. | 1,96 | 3,40 | 8,33 | 1,88 |
| CV | 2,48 | 10,32 | 9,87 | 3,09 |

За реколта 2014 г. се наблюдава значително вариране по отношение на съдържанието на жълти пигменти във веригата зърно-грис-макаронен продукт. Отчетени са високи нива на жълти пигменти за 12 от анализирани селекционни линии и за 6-те чуждестранни сорта. Четири от анализирани генотипи (М-615, ДВ-8359, М-431, Д-8370) са със съдържание на жълти пигменти над 10 ppm с.в. и от тях се получават макаронени изделия с интензивен жълт цвят (8-10 ppm с.в.). Осем генотипи (Д-8367, Д-7864, Д-8362, Д-7724, Д-8326, Д-8138, Д-7557, М-376) са с достатъчно високи нива на жълти пигменти (8-9 ppm с.в.), за да се получат макаронени изделия с хубав жълт цвят (6-7 ppm с.в.). Всички чуждестранни сортове са с висока концентрация на жълти пигменти (8-10 ppm с.в.) и от тях се получават макаронени изделия с желания цвят (6,5-8,3 ppm с.в.). Пигментните загуби при преработване на зърното до грис и макаронен продукт като косвен показател за активността на зърнената липоксигеназа през реколта 2014 са сравнително ниски. Общите загуби при всички изучавани генотипове варират в диапазон от 12,5-27,8% и са по-ниски от пигментните загуби при преработване на зърното от стандартните сортове Предел (31,8%) и Сатурн 1 (33%) (Таблица 3).

Таблица 3. Съдържание на жълти пигменти и пигментни загуби във веригата зърно-грис-макаронен продукт

| Генотип | Съдържание на жълти пигменти, ppm с.в. | | | Загуби при смилане, % спрямо зърното | Загуби при производство на макаронен продукт, % спрямо гриса | Общи загуби, % |
|----------------|--|------------|------------|--------------------------------------|--|----------------|
| | зърно | грис | диск | | | |
| 1.Предел | 9,04j | 8,68j | 6,31e | 4,7 | 27,1 | 31,8 |
| 2.Сатурн-1 | 8,58fgh | 7,69g | 5,95c | 10,4 | 22,6 | 33,0 |
| 3.Северина | 6,85a | 6,01a | 5,24a | 12,3 | 12,8 | 25,1 |
| 4.Superdur | 10,11 | 9,70lm | 8,30n | 4,0 | 14,4 | 18,4 |
| 5.Selyemdur | 10,23l | 9,86mn | 7,49j | 3,6 | 24,0 | 27,6 |
| 6.Betadur | 8,38ef | 7,63fg | 6,52f | 8,9 | 14,5 | 23,4 |
| 7.Auradur | 8,48efg | 7,48f | 6,86g | 11,8 | 8,3 | 20,1 |
| 8.TD-97 | 10,51m | 10,4o | 9,20o | 1,0 | 11,5 | 12,5 |
| 9.DF-009114002 | 7,81c | 7,17e | 6,16d | 8,2 | 14,1 | 22,3 |
| 10.Д-7724 | 8,33e | 8,1h | 6,76g | 2,8 | 16,5 | 19,3 |
| 11.М-287 | 7,22b | 6,32b | 5,62b | 12,5 | 11,1 | 23,6 |
| 12.Д-7557 | 8,77hi | 8,54ij | 7,36i | 2,6 | 13,8 | 16,4 |
| 13.М-6433 | 7,18b | 6,61c | 5,97c | 7,9 | 9,7 | 17,6 |
| 14.М-615 | 10,12l | 10,02n | 8,08m | 0,9 | 19,4 | 20,3 |
| 15.М-376 | 8,84i | 8,48ij | 7,32i | 4,1 | 13,7 | 17,8 |
| 16.М-431 | 11,74n | 11,35p | 10,06p | 3,3 | 11,4 | 14,7 |
| 17.Д-8138 | 8,08d | 6,83d | 6,07cd | 15,5 | 11,1 | 26,6 |
| 18.Д-8308 | 7,24b | 6,92d | 6,1d | 4,4 | 11,8 | 16,2 |
| 19.Д-8326 | 8,62gh | 7,95h | 6,36e | 7,8 | 20,0 | 27,8 |
| 20.ДВ-8359 | 10,19l | 9,54l | 8,23n | 6,4 | 13,7 | 20,1 |
| 21.Д-8362 | 7,97cd | 7,29e | 6,17d | 8,5 | 15,4 | 23,9 |
| 22.Д-8370 | 10,17l | 9,61l | 7,92l | 5,5 | 17,6 | 23,1 |
| 23.Д-7864 | 9,32k | 8,45i | 7,19h | 9,3 | 14,9 | 24,2 |
| 24.Д-8367 | 9,33k | 8,99k | 7,62k | 3,6 | 15,2 | 18,8 |
| Mean x | 8,88 | 8,32 | 7,03 | 6,67 | 15,19 | 21,86 |
| Min/Max | 6,85-11,74 | 6,01-11,35 | 5,24-10,06 | 0,90-15,50 | 8,3-27,1 | 12,5-33,0 |
| Variance | 1,54 | 1,96 | 1,38 | 15,46 | 21,21 | 26,64 |
| Std. dev. | 1,24 | 1,40 | 1,17 | 3,93 | 4,61 | 5,16 |
| CV | 13,99 | 16,83 | 16,69 | 58,98 | 30,31 | 23,61 |

Съдържанието на протеин в зърното варира от 13,56-17,65%, а в гриса от 12,40-16,79%. С най-ниско съдържание на протеин в зърното и гриса са линията Д-7724 и сорт Предел, а с най-високо съдържание - линията М-376. Съдържанието на мокър глютен в зърното варира от “не се отмива”-33,2% с.в. и от 26,4-35,2% с.в. в гриса (Таблица 4).

Таблица 4. Съдържание на протеин и мокър глютен в зърното и гриса

| Генотип | Протеин, % с.в. | | Глютен, % с.в. | |
|----------------|-----------------|-------------|----------------|-----------|
| | зърно | грис | зърно | грис |
| 1.Предел | 13,56a | 12,40a | 25,5c | 27,5b |
| 2.Сатурн-1 | 14,76defg | 13,69cdef | 28,4e | 30,6efg |
| 3.Северина | 15,28hi | 14,32hi | 29,2efg | 31,2fgh |
| 4.Superdur | 15,81jk | 14,77j | 32,0k | 34,0m |
| 5.Selyemdur | 14,92efgh | 13,88efg | 30,0ghi | 32,7ijkl |
| 6.Betadur | 14,63def | 13,56cde | 27,2d | 29,6cde |
| 7.Auradur | 15,53ij | 14,39i | 31,2jk | 32,8klm |
| 8.TD-97 | 15,12ghi | 14,16ghi | 30,4hij | 32,4hijkl |
| 9.DF-009114002 | 15,20ghi | 14,12ghi | 31,0ijk | 33,4lm |
| 10.Д-7724 | 13,71ab | 12,65a | 24,4b | 26,4a |
| 11.М-287 | 16,47l | 15,39k | 30,6hij | 33,0klm |
| 12.Д-7557 | 14,09bc | 13,03b | 26,0c | 27,6b |
| 13.М-6433 | 16,16kl | 15,05j | 30,8ij | 32,6ijkl |
| 14.М-615 | 14,37cd | 13,38c | 26,0c | 28,4bc |
| 15.М-376 | 17,65m | 16,79l | 33,2l | 35,2n |
| 16.М-431 | 15,30hi | 14,28hi | 29,6fgh | 32,0hijk |
| 17.Д-8138 | 15,99k | 14,98j | 29,0efg | 32,0hijk |
| 18.Д-8308 | 16,00k | 14,96j | не се отмива | 29,6cde |
| 19.Д-8326 | 14,89efgh | 13,74def | 26,0c | 28,8bcd |
| 20.ДВ-8359 | 15,07gh | 14,12ghi | 28,9efg | 31,6ghij |
| 21.Д-8362 | 15,13ghi | 14,18ghi | 28,8ef | 31,4ghi |
| 22.Д-8370 | 15,15ghi | 14,18ghi | 29,6fgh | 31,8ghijk |
| 23.Д-7864 | 15,04fgh | 14,01fgh | 26,8cd | 30,0def |
| 24.Д-8367 | 14,55de | 13,48cd | 26,2cd | 28,3b |
| Mean x | 15,18 | 14,15 | 27,53 | 30,95 |
| Min/Max | 13,56-17,65 | 12,40-16,79 | 0-33,2 | 26,4-35,2 |
| Variance | 0,80 | 0,85 | 39,61 | 5,18 |
| Std. dev. | 0,89 | 0,92 | 6,29 | 2,28 |
| CV | 5,87 | 6,52 | 22,86 | 7,35 |

Най-голямо вариране в изучаваната извадка от генотипове е отчетено по отношение на показателите, свързани с качеството на протеина и съответно са изчислени следните вариационни коефициенти - SDS-обем, 44,79 %, отпускане зърно - 43,81 %, отпускане грис - 50,61 %, компресибилитет - 28,34 %. Получените резултати показват, че силен глютен по всички качествени показатели извяват 3 селекционни линии- Д-8367, Д-8362, Д-8370 и 6-те чуждестранни сорта. SDS-седиментационният обем на тези линии варира от 43-68 cm³, а показателите отпускане и компресибилитет на мокрия глютен в зърното и гриса са в диапазони съответно 6-9 и 4-11 mm и 60-90 и 60-95 ИДК ед. Най-силен е глютенът на линии Д-8367, Д-8362, Д-8370 и двата сорта Selyemdur и Superdur. Линия Д-8367 по качество на глутена спада към групата твърди пшеници със свръх силен глютен (Таблица 5).

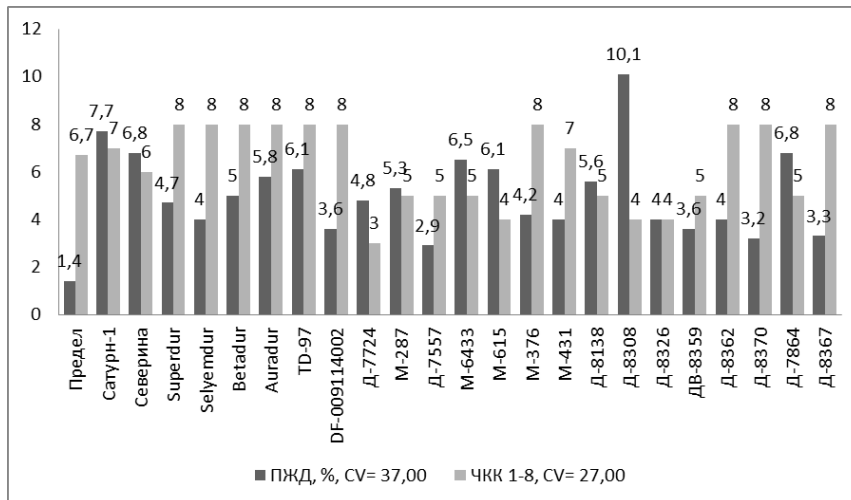
Таблица 5. Качество на протеина/глутена на зърното и гриса

| Генотип | SDS-обем, cm ³ | Отпускане, mm | | Компресибилитет, ИДК ед. | |
|----------------|---------------------------|---------------|--------|--------------------------|---------|
| | | зърно | грис | зърно | грис |
| 1.Предел | 41g | 8,0bc | 8,0cd | 84e | 85e |
| 2.Сатурн-1 | 46hi | 10,0d | 10,0de | 90f | 90e |
| 3.Северина | 42gh | 11,8e | 16,0f | 100g | 107,5f |
| 4.Superdur | 57j | 7,0d | 7,0bc | 70d | 72,5c |
| 5.Selyemdur | 60jk | 7,0cd | 6,0b | 80e | 79,5d |
| 6.Betadur | 43gh | 9,5cd | 8,5cd | 90f | 87,5e |
| 7.Auradur | 49i | 9,0cd | 9,0de | 90f | 90e |
| 8.TD-97 | 43gh | 9,0gh | 10,8e | 90f | 94,5e |
| 9.DF-009114002 | 68l | 9,0cd | 9,0de | 90f | 89,5e |
| 10.Д-7724 | 31f | 17,0gh | 22,0h | 110hi | 120h |
| 11.М-287 | 20ab | 17,0gh | 22,5hi | 112hij | 119,5h |
| 12.Д-7557 | 19ab | 12,0e | 16,5f | 100g | 110,5fg |
| 13.М-6433 | 22abc | 17,5ghi | 22,5hi | 112,5hij | 120h |
| 14.М-615 | 26cde | 18,0hi | 24,0i | 115j | 120h |
| 15.М-376 | 20ab | 16,5fgh | 21,0h | 109,5hi | 118,5h |
| 16.М-431 | 27def | 15,0f | 19,0g | 107,5h | 116gh |
| 17.Д-8138 | 29ef | 16,0fg | 21,5h | 110hi | 120h |
| 18.Д-8308 | 18a | - | 27,0j | - | 120h |
| 19.Д-8326 | 23bcd | 17,0gh | 22,0h | 112,5ij | 120h |
| 20.ДВ-8359 | 19ab | 17,5ghi | 24,0i | 113ij | 120h |
| 21.Д-8362 | 60jk | 6,0b | 5,5ab | 65c | 65ab |
| 22.Д-8370 | 64kl | 7,0b | 6,0b | 70d | 67,5bc |
| 23.Д-7864 | 20ab | 19,0i | 26,5j | 115j | 120h |
| 24.Д-8367 | 59j | 6,0b | 4,0a | 60b | 60a |
| Mean x | 37,8 | 11,7 | 15,3 | 91,5 | 100,5 |
| Min/Max | 18-68 | 0-19 | 4-27 | 0-115 | 60-120 |
| Variance | 285,85 | 26,45 | 60,30 | 672,46 | 439,59 |
| Std. dev. | 16,90 | 5,14 | 7,77 | 25,93 | 20,97 |
| CV | 44,79 | 43,81 | 50,61 | 28,34 | 20,85 |

Една от причините за много ниското качество на глутена на някои образци, освен принадлежността им към твърди пшеници със слаб тип глютен с ниски SDS-обеми, е силната повреда на зърното от житна дървеница (ПЖД) (3-10%). Най-високо е съдържанието на дефектирано от житна дървеница зърно на линии Д-8308 (10,1%) и глютен от зърното не се отмива. Съдържанието на повреденото зърно на Сатурн-1 възлиза на 7,7% и независимо от високата стойност на SDS-обема (46 cm³) глютенът е със сравнително по-ниско качество от обичайното за този принципно силен сорт. Същото се отнася и за сорт Северина със SDS-обем 42 cm³ и 6,8% повредено зърно. Повредата на зърното на стандарта Предел е под 2% и глютенът му запазва високото си качество (фиг. 1).

Данните от кулинарната оценка на сварените макаронени продукти (фиг.1) показват, че само от една селекционна линия (Д-7724) с протеиново съдържание под 14% с.в. и много слаб глютен се получават изделия с ниско кулинарно качество (ЧКК=3). Девет селекционни линии в зависимост от комбинацията на слабия глютен с протеиновото съдържание (14-16% с.в.) извяват средно кулинарно качество (ЧКК=4-5). Българският сорт Северина (с ПЖД=6,8%) дава изделия с добро кулинарно качество (ЧКК=6). Линия М-431 независимо от слабия си глютен дава изделия с много добро кулинарно качество (ЧКК=7). Трите линии със силен глютен, линия М-376 със слаб глютен, но с много високо протеиново съдържание (17,7% с.в.) и шесте чужди сорта твърда пшеница получават най-висока кулинарна оценка (ЧКК=8). Стандартните сортове Предел и Сатурн-1 показват много добро кулинарно качество (ЧКК=6,7 и ЧКК=7).

Фигура 1. Съдържание на повредено от житна дървеница зърно и кулинарно качество на селекционните линии

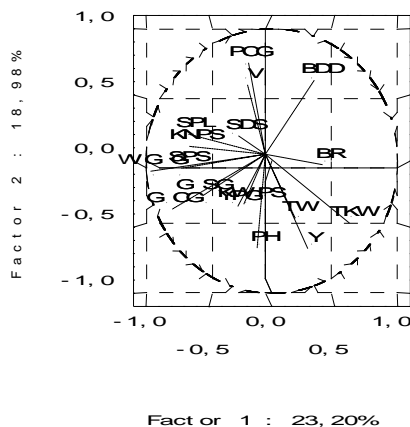


Извършен е и факторен анализ по метода на главните компоненти в колекцията от 23 бр. подобрани генотипове твърда пшеница въз основа на основни агрономически и качествени показатели. Както се вижда от фигурата около половината от общото вариране (42%) на фенотипното изражение на генотиповете по изучаваните признаци се дължи на първите два главни компонента – PC1 и PC2. Тази стойност не е голяма и свидетелства за значително разнообразие на генотиповете по изследваните признаци. Приложеният РС анализ, представен на фигура 2 дава информация за корелативните връзки между изучаваните признаци за условията на 2014 г. В зависимост от величината на ъгъла, който се образува между векторите на всеки два признака, могат да се определят корелационните зависимости между тях. Установена е положителна корелация между съдържанието на протеин (PCG) и SDS-обема. Редица автори също докладват за положителна корелация между съдържанието на протеин и SDS-обем (Fowler and De La Roche, 1975; Autran and Galterio, 1989; Galterio et al., 1993; Novaro et al., 1997; Porceddu et al., 1998), а за умерена отрицателна корелация се съобщава от Autran et al. (1986) и Boggini et al. (1997). От друга страна някои учени правят заключения, че протеина и качеството на глутена са независими признаци и нямат връзка помежду си (Grzybowski and Donnelly, 1979, Quick and Donnelly, 1980). В нашето изследване е намерена отрицателна корелация между SDS-обем и съдържанието на протеин в зърното (PCG) със съдържанието на жълти пигменти в зърното (YCG). Подобни резултати докладват и Dexter (1988) и Novaro et al. (1997). Установени са положителни корелативни връзки между някои агрономически признаци и тези, свързани с качество: между дължина на класа (SPL) и качествените признаци SDS и мокър глутен в зърното (WGG); между броя на класчетата (SPS) и качествените признаци мокър глутен в зърното (WGG), компресибилитет на глутена в зърното (GCG), отпускане на глутена в зърното (GSG) и между жълти пигменти (YPG) и теглото на зърната (KWPS) и височината на растенията (PH). Налице са и положителни корелативни връзки между някои агрономически признаци: между добив (Y) и признаците - височина на растението (PH), хектолитрова маса (TW), маса на 1000 зърна (TKW), братимост (BR). Между векторите на някои количествени признаци и някои от векторите на агрономическите признаци се образуват тъпи ъгли, което свидетелства за наличие на отрицателни корелативни връзки между тях. Такива взаимовръзки се установяват между: SDS и агрономическите признаци: добив (Y), хектолитрова маса (TW) и височина на растението (PH); между съдържанието на протеин в зърното (PCG) и признаците: добив (Y), маса на 1000 зърна (TKW), хектолитрова маса (TW), тегло на зърната (KWPS) и братимост

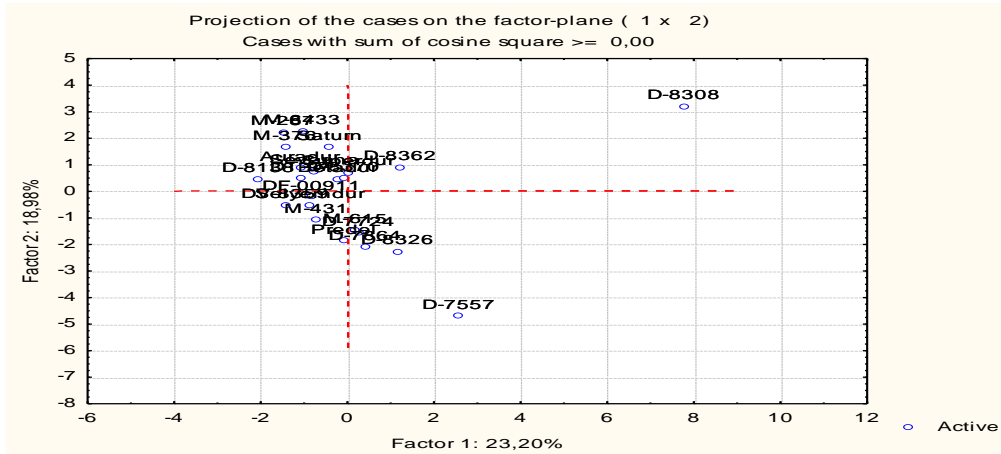
(BR) и между стъкловидността (V) и признаците: добив (Y), маса на 1000 зърна (TKW), хектолитрова маса (TW) и братимост (BR). За отрицателна корелация между протеин и признаците маса на 1000 зърна и хектолитрова маса докладват и Matsuo и Dexter (1980), а Bechere, E. et al. (2002) съобщават за висока отрицателна корелация между съдържанието на протеин и тегло на зърната. Взаимовръзките между качествените параметри които се проявяват се влияят в известна степен от климатичните условия по време на наливане на зърното. Така в зависимост от температурата и влажността по време на тази фаза, корелационните коефициенти между някои качествени признаци, като маса на 1000 зърна и съдържание на протеин и съдържание на жълти пигменти и SDS-обем могат да бъдат положителни, отрицателни или близки до нула (Rharrabti, Y. et al, 2003).

Мултивариансните методи за анализ се използват широко за оценка на генетичното разнообразие на селекционни материали. На фигура 3 е представено разположението на генотиповете според техните стойности за главните компоненти PC1 и PC2. При съпоставянето на двете фигури (фиг. 2 и 3) може да бъде преценено свързването на генотиповете в групи по определени признаци. Колкото точките на генотиповете от фигура 3 са разположени по-близо до векторите на съответните признаци от фиг. 2, толкова този признак е определящ в групирането им. Изследваните генотипове се разпределят в четири групи. Първата група обединява най-голям брой генотипове – 11 бр. с високи стойности по показателите SDS, протеин, стъкловидност, свързани с качеството на зърното и по агрономическите показатели: дължина на класа и брой зърна в клас. В тази група попадат чуждите сортове Auradur, Betadur, Superdur, TD-97, българските сортове Сатурн-1 и Северина и 5 селекционни линии: М-287, М-6433, М-376, Д-8138, Д-8370. Във втората група се обединяват 5 генотипа с високи стойности по показателите мокър gluten в зърното, компресибилитет на glutena в зърното, отпускане на glutena в зърното и съдържание на жълти пигменти в зърното, свързани с качеството на зърното и по агрономическите показатели: брой класчета и височина на растенията. В тази група попадат сортовете DF-009114002, Selyemdur, Предел и 2 селекционни линии: ДВ-8359, М-431. В третата група се обединяват 5 селекционни линии: М-615, Д-7724, Д-7864, Д-8326, Д-7557 с най-високи стойности по агрономическите признаци, свързани с добива – хектолитрова маса, добив зърно, маса на 1000 зърна, братимост. В четвъртата група попадат само 2 селекционни линии, които се характеризират с най-високи стойности по показателя повреда от житна дървеница: Д-8362 и Д-8308.

Projection of the variables on the factor -
plane (1 x 2)



Фиг. 2. PC анализ на агрономически признаци и признаци, свързани с качеството на зърното



Фиг. 3. РС анализ на сортове и линии твърда пшеница

ИЗВОДИ

Установено е значително вариране в извадката от изучаваните генотипове по признаците, свързани с качеството на зърното. Най-голямо вариране е отчетено по отношение на показателите, свързани с качеството на протеина и съдържанието на жълти пигменти и пигментни загуби.

Въз основа на РС анализа са установени взаимовръзки между отделни групи от изучаваните признаци по-важни от които са: положителната корелация между съдържанието на протеин (PCG) и SDS-обема, отрицателната корелация между SDS-обем и съдържанието на протеин в зърното (PCG) със съдържанието на жълти пигменти в зърното (YCG) и отрицателните корелации между съдържанието на протеин в зърното (PCG) и признаците: добив (Y), маса на 1000 зърна (TKW), хектолитрова маса (TW) и тегло на зърната от клас (KWPS).

Извършеното групиране на генотиповете въз основа на РС анализ улеснява оценяването им по комплекс от признаци, свързани с добив и качество на зърното и спомага за идентифицирането на генотипове с най-добра комбинация между тях с цел бъдещето им използване в комбинативната селекция.

ЛИТЕРАТУРА

Божанова В., Д. Дечев, С. Недялкова, 2006. Използване на мултивариантни методи за оценка на отдалечени видове от сем. Gramineae. *Field Crops Studies*, 2006, Vol. III – 1, 25-30.

Петрова, И., Л. Белчева, 2000. Биохимична основа на кулинарния потенциал на твърдата пшеница. *Селскостопанска наука* 1, 9-12.

Alause, J., 1977. Appreciation de la pastifiabilité des blés durs par écrasement de pastilles cuites entre deux plaques de verre. In: *Bases biochimique et technologique de l'amélioration de la qualite des blés durs*. FAO-Symposium, Montpellier, 7-9 Décembre.

Autran, J.C., Abecassis, J. and Feillet, P. 1986. Statistical evaluation of different technological and biochemical tests for quality assessment in durum wheats. *Cereal Chemistry* 63:390-394.

Autran, J. C. and Galterio, G. 1989. Associations between electrophoretic composition of proteins, quality characteristics and agronomic attributes of durum wheats II. Protein - quality associations. *Journal of Cereal Science* 9:195-215.

Bechere, E., R. J. Peña, Mitiku, D., 2002. Glutenin Composition, Quality Characteristics, and Agronomic Attributes of Durum Wheat Cultivars Released in Ethiopia. *African Crop Science Journal*, Vol. 10, Num. 2, 2002, pp 173-182.

Blanco A, Zacheo S, Antonacci M, Tribuzio G and Bufano AG, 1994. Frumenti diploidi

selvatici e miglioramento della qualità del frumento duro. Atti IV Giornate Internazionali sul Grano Duro, Foggia 1992, Italy, pp. 101-115.

Boggini, G., Doust, M. A., Annicchiarico, P. and Pecetti, L. 1997. Yielding ability, yield stability and quality of exotic durum wheat germplasm in Sicily. *Plant Breeding* 116:541-545.

Dexter JE and Matsuo RR, 1980. Relationship between durum wheat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. *J. Agric. Food Chem.*, 28 (5), pp 899–902.

Dexter, J. E. 1988. Influence of protein content on some durum wheat quality parameters. *Canadian Journal of Plant Science* 57:717-727.

Feillet, P. and Dexter, J.E., 1996. Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. In: *Pasta and Noodle Technology*. (edited by J.E. Kruger, R.B. Matsuo and J.W. Dick). Pp.95–132. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.

Fowler, D. B. and de la Roche, I. A. 1975. Wheat quality evaluation. 3. Influence of genotype and environment. *Canadian Journal of Plant Science* 55:263-269.

Galterio, G., Grita, L. and Brunori, A. 1993. Pasta making quality in *Triticum durum*. New indices from the ratio among protein components separated by SDS-PAGE. *Plant Breeding* 110:290-296.

Grzybowski, R. A. and Donnelly, B. J. 1979. Cooking properties of spaghetti and factors affecting cooking quality. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 27:380-384.

Matsuo, R.R., Dexter, J.E., 1980. Relationship between some durum wheat physical characteristics and semolina milling properties. *Canadian Journal of Plant Science*, 1980, 60(1):49-53, 10.4141/cjps80-007.

Novaro, P., D'Egidio, M. G., Bacci, L. and Mariani, B. M. 1997. Genotype and environment: their effect on some durum wheat quality characteristics. *Journal of Genetics and Breeding* 51:247:252.

Porceddu, E., Turchetta, T., Masci, S., D'ovidio, R., Lafiandra, D., Kasarda, D.D., Impiglia, A. and Nachit, M. M. 1998. Variation in endosperm protein composition and technological quality properties in durum wheat. *Euphytica* 100:197-205.

Quick, J. S. and Donnelly, B. J. 1980. A rapid test for estimating durum wheat gluten quality. *Crop Science* 20(6):816-818.

Y. Rharrabti, D. Villegas, C. Royo, V. Martos-Nuñez, L.F. García del Moral, 2003. Durum wheat quality in Mediterranean environments II. Influence of climatic variables and relationships between quality parameters. *Field Crops Research*, 80 (2003) 133–140.