

СЕЛЕКЦИЯ НА ЗЪРНЕНО-ЖИТНИ КУЛТУРИ
CEREALS BREEDING



СХОДСТВА ПО ПРИЗНАЦИТЕ НА КЛАСА
ПРИ ВИДОВЕ ТЕТРАПЛОИДНИ ПШЕНИЦИ
ОТ СЕКЦИЯ *DICOCCOIDES* ($2N=4X=28$, AABB)

Христо Павлинов Стоянов
Технически университет – Варна

Резюме

Стоянов, Х., 2014. Сходства по признаците на класа при видове тетраплоидни пшеници от секция *Dicoccoides* ($2n=4x=28$, AABB). FCS 9(2): 183-202

Пшеницата заема значителен обем от световното зърнено производство, което се обуславя от нейната висока продоволствена стойност. Непрестанното търсене на качествено зърно, което да задоволява разнородни потребности, е причина видовете тетраплоидни пшеници да заемат все по-големи площи. Разнообразието от диви и културни форми сред тетраплоидните представители на секция *Dicoccoides* дава възможност да бъдат отбирани ценни форми и да се създават сортове, които да съчетават висока продуктивност и качество. Поради тази причина е важно изходният селекционен материал като основа на селекцията да бъде оценяван и разграничаван бързо и точно, но същевременно и да се търсят сходствата между различни образци като се отговори максимално ефективно на динамичния селекционен процес. За бързото и точно разграничаване на видовете пшеници от секция *Dicoccoides* са изследвани по признаците на класа 49 образца от 7 тетраплоидни вида (*Triticum dicoccoides*, *Triticum dicoccon*, *Triticum turgidum*, *Triticum turanicum*, *Triticum durum*, *Triticum polonicum*, *Triticum ispahanicum*). На база на получените резултати е изготвен графичен и числов модел на пшеничен клас, въз основа на който да се провежда оценката на селекционния материал. Посредством стойностите от двата модела са изведени клъстерен анализ, Tree Growing Method анализ и обикновена ботаническа класификация по определителни таблици, с цел да се определи ефективността на всеки от моделите. Висока ефективност при разграничаване и оценка на образците на ниво вид и подвид има клъстерния анализ при числовия модел, а също така CHAID Tree Growing Method анализа. При съпоставка на получените резултати и чрез изчисляване на специфичен индекс на сходство между отделните образци са определени възможностите за комбиниране на високопродуктивните генотипове. По този начин успешно могат да се съставят хибридни комбинации от конкретен изходен материал от секция *Dicoccoides*, който да бъде включен в селекционните програми на различните видове пшеница.

Ключови думи: Модел на клас – Пшеница – Сходство на класовете

Abstract

Stoyanov, H., 2014. *Similarity of spike properties of tetraploid wheat species of section Dicoccoides* ($2n=4x=28$, AABB). *FCS 9(2)*: 183-202

Wheat takes a significant amount of the world's grain production, which is due to its high food value. The constant search for quality grain that meets the diverse needs is a reason tetraploid wheat species to occupy more and more fields. The variety of wild and cultivated forms in tetraploid representatives of the section *Dicoccoides*, allows to be selected valuable forms and bred varieties that combine high productivity and quality. Because of this it is important the initial breeding material as the basis of breeding, to be assessed and distinguished quickly and accurately, but also to similarities between different accessions to be searched to respond most effectively to the dynamic breeding process. For rapid and accurate differentiation of wheat species in section *Dicoccoides*, 6 species 49 tetraploid species (*Triticum dicoccoides*, *Triticum dicoccon*, *Triticum turgidum*, *Triticum turanicum*, *Triticum durum*, *Triticum polonicum*, *Triticum ispahanicum*) were investigated by their spikes properties. On the basis of the obtained results was made graphical and numerical models of the wheat spike, based on which breeding material could be evaluated. Through the values of the two models are derived cluster analysis, Tree Growing Method analysis and simple botanical classification based on classification tables in order to determine the effectiveness of each of the models. High efficiency in the differentiation and evaluation of the accession on level species and subspecies has a cluster analysis in the numerical model, and also Tree Growing Method analysis. Comparing the results obtained by calculating the specific index of similarity between current accessions possibilities for combining highly productive genotypes are established. Thus can be successfully compiled hybrid combinations of the initial breeding material in section *Dicoccoides*, and to be included in the breeding programs of various wheat species.

Keywords: Spike model –Wheat– Spike similarity

ВЪВЕДЕНИЕ

Производството на висококачествена хлебна пшеница изисква задълбочени познания по отношение на агротехниката, биологията и продуктивните възможности на различните сортове. Поради непрекъснато нарастващото търсене на зърно, поради увеличаване на световното население, разработването на високодобивни сортове, които съчетават устойчивост на разнообразни биотични и абиотични фактори, се превръща в основна селекционна задача (Al Hakimi et al., 1998; Betesalassie et al., 2007a; Betesalassie et al., 2007b, Gasratalliev, 1983; Ji et al., 2007; Stoyanov, 2012; Stoyanov, 2013). Устойчивостта и толерантността на стресови фактори е ключов момент от селекционния процес, който е свързан с трансфера на различни гени от един генотип в друг или тяхното индуциране посредством методите на половата хибридизация, експерименталния мутагенез и растителните биотехнологични методи (Аяла и Кигер, 1987). Независимо от приложимата методология за изпълнение на поставената селекционна цел, от първостепенно значение е правилният и точен подбор на изходния селекционен материал (Stoyanov, 2014).

Разнообразието от видове пшеници дава възможност подборът на изходен селекционен материал да се разпростре върху огромна растителна съвкупност. Тъй като този процес е дълъг и отнема твърде много експериментална работа, не е възможно да се отговори на динамичната селекция, с каквато се отличава хлебната пшеница. Поради тази причина, изборът на изходни видове следва да се извърши бързо, точно и качествено, като се намали в максимална степен възможността за допускане на неточности. Освен това при методи на класическата селекция като

отдалечената хибридизация е много важно родителските форми да са съвместими една с друга (Naskidashvili, 1984; Stoyanov, 2013). Високата степен на морфологично сходство между представителите на тетраплоидните пшеници, но липсата на генетична близост е основание да се търсят методи за тяхното различаване (Goncharov et al., 2009).

Секция *Dicoccoides* обединява тетраплоидни видове пшеници, които притежават обща геномна конституция ($2n=4x=28$, AABB) (Таблица 1). Морфологията на растенията е сходна, особено по отношение на класовете (Eticha et al., 2006; Haile et al., 2012). Това е дало основание на много учени да ги класифицират в подвидове на сборния вид *Triticum turgidum* (Van Slageren, 1994). Особено големи сходства се наблюдават при видове като *Triticum durum*, *Triticum turanicum*, *Triticum carthlicum* и *Triticum turgidum*, които не притежават особени морфологични отлики каквито са разклонени класове, ветрилообразни класове, осили по глумите, чупливост на вретеното, твърди глуми (Рожевиц и Фляксбергер, 1935; Dorofeev, 1987). Съществуването и на преходни форми между тези видове още повече затруднява тяхното определяне (по Гандилян, 1980). Особен интерес в тази секция представляват видовете *Triticum dicoccoides* и *Triticum dicoccon*, които са ценен източник на гени за създаване на синтетични хексаплоидни пшеници (Спецов и др., 2008; Спецов и др., 2009; Стоянов и др., 2010; Kang et al., 2008; Zhang et al., 2008). Въпреки разликата им с останалите видове от секцията, определянето и класификацията между тях е затруднена поради сходната морфология. Молекулярните методи са подходящ инструмент за определяне на филогенетична близост и точната класификация на видовете, но поради наличието на хетерогенни образци (Goncharov et al., 2009), които обединяват признаци и гени на два или повече вида от секцията, често методът е неточен в ботаническо отношение.

Използването на числови и графични модели е инструмент, чрез който много лесно в съчетание със статистическа обработка, могат да се установят границите на морфологично вариране в дадена растителна съвкупност (Xiaojun et al., 2011). По този начин, чрез определен брой числови параметри може да се направи реална съпоставка на различни образци (Kun et al., 2010). Морфологичните признаци на класовете (маса, размери) при видовете от секция *Dicoccoides* предоставят възможност за създаване на числови и прости геометрични модели поради възможността за лесното им измерване и обработка на данните (Stoyanov, 2014). Липсата на достатъчно изследвания върху взаимодействието на различните параметри от класовата морфология, както и на корелациите между тях, дава основание те да бъдат подробно изследвани с цел да се установи до каква степен видовата принадлежност определя числовите показатели на класовете. Нужно е ясно да се очертаят границите на сходство и различие при отделните видове като в съчетание с използването на софтуерни технологии, изходния селекционен материал да бъде определян, класифициран и обработван.

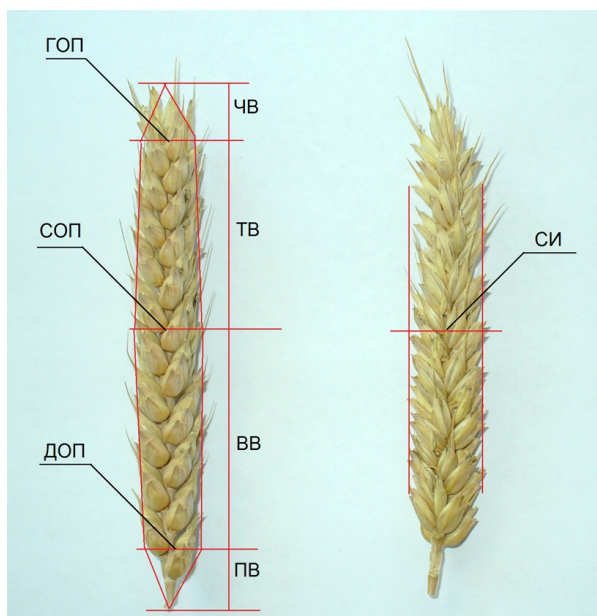
Целта на настоящия доклад е да бъдат установени сходствата по показателите на класовете при видове пшеници от секция *Dicoccoides* и да бъде разработена методология за видово определяне на изходен селекционен материал, както и на степента на сходство между различни образци чрез разработване на софтуерно приложение.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Използвани са 49 образци тетраплоидни пшеници *Triticum* sp. ($2n=4x=28$, AABB), като 31 са с произход от колекцията на ICARDA-Сирия; 2 образца са получени от ИРГП-Садово; 11 от генбанката на IPK-Gatersleben, Германия; 2 от генбанката на University of Wageningen, Холандия; 1 от СУММИТ, Мексико; 1 от ДЗИ, Генерал Тошево и 1 е закупен като търговски продукт. По 15 броя семена от всеки образец

тетраплоидна пшеница са засявани по схема с междуредие 30 см и вътрередие 5см. Сеитбата е извършена на 11-13.11.2012 за зимните и на 05.03.2013 за пролетните образци, при полски условия в землището на с.Стожер, обл.Добрич. Реколтирането е извършено във фаза пълна зрялост в периода 20-31.07.2013г.

От всеки образец на случаен принцип са подбрани по 10 напълно зрели, без наличие на поражение от вредители, класове. Направена е морфологична оценка на класовете от всеки образец по 4 количествени: дължина на класа (ДК), дължина на класа с осили (ДКО), маса на класа (МК), брой класчета в клас (БКК); и 4 индексни: индекс на осилестост (ИО) – отношение между ДКО и ДК, разпределение на масата по дължина (РМДК) – отношение между МК и ДК, брой класчета по дължина (БКДК) – отношение между БКК и ДК, средна маса на класче (СМК) – отношение на МК и БКК.



Фигура 1. Опростен геометримен модел на пшеничен клас.
Figure 1. Simple geometrical model of wheat spike.

На база на опростен геометричен профил на пшеничния клас (Фигура 1.), класът се разделя на четири пирамиди: долна и горна обикновени правоъгълни пирамиди и нормална и обърната централни пресечени правоъгълни пирамиди. За всеки образец са измервани с точност 0,1мм стойности на компонентите за изчисляване на обема на класа: долна (ДОП), средна (СОП) и горна (ГОП) основа, характеризиращи ширината на класа, четири височини (ПВ, ВВ, ТВ, ЧВ) (хорди) между трите основи, и страничен изглед (СИ), характеризиращ пространствената дълбочина на класа. Обемът на класа в cm^3 (КОС) е изчислен по (1) (съгласно формулите за обем на пирамида и пресечена пирамида по (Wenninger, 1974). Между сбора от четирите височини и ДК е изчислена разлика, на база на която е определен корекционен обем (КРО) по (2). Коригираният класов обем (ККОС) е формиран като сбор от КОС и КРО. Определена е относителната плътност (КОП) на класа като отношение на МК и ККОС.

За всеки образец по отделно е определен числов матричен двукомпонентен модел, който е формиран на база на две координати, състоящи се от стойностите на КОП и СМК. Моделът е формиран на база на хипотезата, че репродуктивните

способности на всеки вид могат да се определят чрез корелиращи на фертилността показатели, каквито са КОП и СМК (Stoyanov, 2014). На база на компонентите на КОС е конструиран опростен графичен модел на клас от тетраплоидна пшеница.

$$КОС = \left[\frac{ДОП.СИ.ПВ}{3} + \frac{ВВ}{3} (ДОП.СИ + СОП.СИ + \sqrt{ДОП.СИ.СОП.СИ}) + \frac{ТВ}{3} (СОП.СИ + ГОП.СИ + \sqrt{СОП.СИ.ГОП.СИ}) + \frac{ГОП.СИ.ЧВ}{3} \right] / 1000 \quad (1)$$

$$КРО = \left[(ДК - (ПВ + ВВ + ТВ + ЧВ)) \cdot СИ \cdot \left(\frac{ДОП + СОП + ГОП}{3} \right) \right] / 1000 \quad (2)$$

Извършено е групиране по метода CHAID growing method въз основа на взаимодействието на променливите (Willkinson, 1992) за показателя КОП. Използван е класически клъстерен анализ за групиране на образците по комплексното взаимодействие на средните стойности на СМК и КОП.

Сходството на даден образец е установено на база на специфичен индекс на сходство на селекционен материал (СИССМ), определен по (3). За степента на сходство между два образца е разработена скала на база възможните взаимодействия на показателите на изследваните образци. Разработен е опростен софтуерен продукт, чрез който селекционните прилики между два образца могат да бъдат установени.

$$СИССМ = \left| \det \begin{bmatrix} СМК_i & КОП_j \\ СМК_j & КОП_i \end{bmatrix} \right| 100 \quad (3)$$

, където i, j – поредни номера на изследваните селекционни образци.

Отчетени са стандартното отклонение (СО) и вариационния коефициент (ВК) за количествените и индексните показатели. За обобщаване на данните и за вариационния анализ е използван програмен продукт Microsoft Excel 2003, за софтуерния продукт – Microsoft Visual Studio 2010, за графичния модел – AutoCAD 2010, а за групирането и факторния и клъстерния анализ – IBM SPSS Statistics v.19 и SPSS Statistics v.16.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от анализа на количествените и индексните характеристики на изследваните образци са представени в Таблица 1. От таблицата може да се проследи широкото вариране по отношение на показателите БК, МК, БКДК и ККОС. Това определя големите различия по отношение на морфологията на класовете при изследваните образци. Същевременно средното до слабо вариране в показателите ДК и КОП ясно показва генетичното сходство между видовете, обосновано от идентичния строеж на класовете. Сходно вариране при показателите БК, МК, БКДК съобщава Stoyanov (2014), Pagnotta et al. (2009), при сходно изследване върху вида *Triticum dicoccon*. За подобие във варирането в морфологичните показатели в същия вид и за висока степен на диверсификация сред изследваните от тях образци не само в морфологичните фенотипни прояви, но и в получения добив и физиологичните характеристики, съобщават Pagnotta et al. (2009) и Alvarez et al. (2007). Dedkova et al. (2007), Dedkova et al. (2009), посочват, че вътривидовото разнообразие е в резултат на хромозмни различия и транслокации, които са се обособили в следствие на мощните еволюционни фактори през филогенетичното развитие на вида. Figliuolo & Perrino (2004) и Terzi et al. (2007) потвърждават вътривидовото вариране, при използване на RFLP, AFLP и SSR маркери. За подобни данни съобщава и Гончаров & Кондратиев (2008).

По отношение на показателя БК, тетраплоидните пшеници се различават твърде много поради наличието в определени растителни съвкупности на изключително широко вариране както по отношение на наличието на разклоненост, така и по отношение на проявлението на различаваща се класова морфология (Stoyanov, 2014). При някои от изследваните образци се наблюдава разклоненост тип *turgidum*. За този тип се съобщава при видовете *Triticum turgidum*, *Triticum durum*, *Triticum dicoccon*, *Triticum polonicum* (Гандилян, 1980). Подобни явления се наблюдават и при хексаплоидните пшеници (Гандилян, 1980; Martinek et al., 2011a; Martinek et al., 2011b). Тъй като някои хексаплоиди произхождат като стабилни генерации от естествени хибриди между тетраплоидни видове и обикновена зимна пшеница (Aliyeva, 2008), то може да се предположи, че наличието на различия в класовата морфология при образците от тетраплоидните видове се дължи на множеството преходни форми между тетраплоиди и хексаплоиди така и между род *Triticum* и родовете *Secale* (ръж) и *Elytrigia* (пирей). За разклонени образци при ръж и пирей съобщават Антропов и др. (1986) и Цицин (1978). Различията в броя на класчетата се наблюдава и при образци с идентична класова морфология. БК е показател свързан с продуктивността, което подчертава разликите във потенциалния добив на образците (Pinthus & Millet, 1978). Независимо от това сходството между два образца тетраплоидни пшеници не може да бъде надеждно установено, тъй като образци със сходен брой класчета показват различна класова морфология по отношение на МК и КОП, което предполага и различия във фертилността (Asif et al., 1999; Friend, 1965; Grieve et al., 1992; Mohsin et al., 2009; Rahman & Wilson, 1977; Rawson, 1969; Rawson, 1971).

ДК е твърде вариабилен признак, дори в рамките на един вид (Николова и Панайотов, 2008; Akram et al., 2008; Friend, 1965). Независимо от това, определени образци (45249, 45250, 45252, 45253) (Фигура 6) се отличават с твърде голямо сходство по отношение на този показател, което го прави подходящ за групирането им на ниво подвид и по-ниски таксономични равнища. Тъй като дължината на класа е свързана с условията на средата и действието на биотичните и абиотичните фактори (McMaster et al., 1987; Mohsin et al., 2009; Stoyanov, 2014), то ДК дава представа за сходството на класовете само при отглеждане при идентични условия. При видовете от изследваните образци наличието на достоверни разлики между образците не е основание за търсене на таксономични различия. Това се подчертава от сходно изследване при образци от вида *Triticum dicoccon* (Stoyanov, 2014). Слабото до средно вариране при този показател доказва наличието на известно сходство между видовете в секция *Dicoccoides*.

ДКО е свързан с таксономичните показатели при определяне на вариететната принадлежност на даден образец (Гандилян, 1980). Въпреки това наличието на по-големи осили предполага и по-висока фотосинтетична активност и по-голяма възможност за правилно изхранване на зърното независимо от условията (Elbaum et al., 2005). По-голямата част от изследваните образци са осилести, но липсва достоверна и значима корелация с показателите на продуктивността (МК и БК). Поради тази причина този показател не може да бъде надежден при определяне на селекционно сходство.

Масата на класа е важен показател за определяне на продуктивните възможности на даден образец, но по отношение на таксономичните различия има значение само при наличие на доказани разлики с други показатели (ККОС, СМК). Широкото вариране при този показател (41,71%) при изследваните образци е в резултат от стойностите на разклонените образци в изследваната съвкупност, което се дължи на по-големия брой зърна. Въпреки това определени изследвания (Stoyanov, 2014) доказват липсата на зависимост между разклонеността и масата на класа, тъй като при идентични генотипове, които се различават само по признака за разклоненост масата на класа, при неразклонените образци се дължи на едрината на зърната (Eticha et al., 2006), а при разклонените на техния брой, при силно понижаване на

абсолютното им тегло (Aliyeva, 2008; Martinek et al., 2011a; Zhang et al., 2012). Това се доказва от високата маса на класа при образците *Triticum turgidum* (TRI1716, TRI1696, TRI1771) (Фигура 7) и *Triticum dicoccon* (45249, 45250, 45398) (Фигура 6), които са неразклонени, но с много едри зърна, както и от леките класове на разклонените образци от същите видове.

Индексът на осилестост е важен таксономичен показател, тъй като неговите стойности определят до голяма степен подвидовата и вариететна принадлежност (Stoyanov, 2014). Въпреки това по подобие на показателя ДКО, липсата на корелация с показателите на продуктивността не дава възможност образците да бъдат сравнявани правилно. Неговото широко вариране (32,8%) подчертава наличието на систематични различия в съвкупността на отделните видове.

По отношение на показателя БКДК, широкото вариране (62,63%) дава възможност да се предположат разлики в структурата на класовете и уплътнеността на класчетата. Това определя различия във възможността за формирането на зърното, а също така е предпоставка при по-плътни класове (Фигура 6) за различие в опрашването и разпространението на прашеца (Stoyanov, 2014). По-плътните класове не дават възможност за повишаване на фертилността на отделно класче, особено при разклонените видове (Zhang et al., 2012). При тях най-често се формира по едно зърно в класче, особено при тези, които се намират на едно колянче и при самите разклонения (Martinek et al., 2011a). По-високите стойности на показателя (>0,5) показват класове с повече класчета или класове с по-едри класчета. Тъй като по-дребните и повече класчета определят и по-малки зърна, то от селекционна гледна точка, еднаквите стойности не винаги могат да определят сходни генотипове (Stoyanov, 2014).

За разлика от БКДК, РМДК, характеризира теглото на единица клас (Stoyanov, 2014). Този показател е в основата на хипотезата, че колкото повече маса има на единица от дължината на класа, то толкова по-тежко е зърното. От друга гледна точка по-високи стойности могат да бъдат и показателни за наличие на по-голям брой зърна, особено при разклонените образци (Алиева, 2009; Aliyeva, 2008; Amagai et al., 2013a; Amagai et al., 2013b; Dobrovol'skaya et al., 2009; Martinek et al., 2011a, Martinek et al., 2011b; Zhang et al., 2012). Липсата на по-високо вариране в изследваната съвкупност (35,73%) спрямо показателите БК, МК и БКДК предполага, че теглото на зърното на единица дължина от класа е сходно, независимо от неговата едрина. Това подчертава значението на този показател при подбор на изходен селекционен материал за конкретен образец. При търсене на сходства между два и повече образци, той не дава ясна представа за класовата морфология.

Средното вариране при показателят СМК (37,39%) подчертава наличието на различия както по отношение на фертилността на класчетата така и по отношение на тяхната големина. От една страна ниските стойности на този показател са показателни за малките и леки зърна, които се формират (TRI1781), или за наличието на малък брой зърна в дадено класче (45431). Същевременно високите стойности подчертават висока фертилност на дадено класче (45366) или много едрите зърна (Kamut), които се образуват. Тъй като плевите и глумите на класчетата също представляват значителна част от масата на дадено класче, то тяхната големина има значение при определянето на показателя (Wang et al., 2002). Те са важен таксономичен белег и при сравняване на два или повече образци, които са идентични по своята фертилност и маса на класовете, то различията в показателя СМК дават ясна представа за видова или по-ниска таксономична принадлежност на образците (по Гандилян, 1980). При изследваните образци се наблюдава известно систематизиране по отношение на този показател при вида *Triticum polonicum*. Подобни данни са съобщени за хлебната пшеница (Stoyanov, 2013) и вида *Triticum dicoccon* (Stoyanov, 2014).

Обемът на класа е специфичен показател, който характеризира пространството, който даден клас заема.

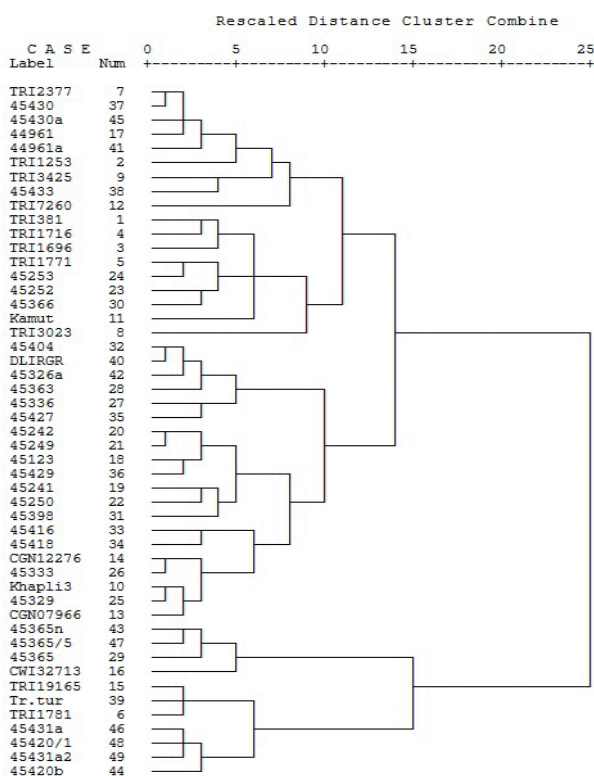
Таблица 1. Данни от морфологичния анализ за изследваните образци
Table 1. Data of morphological analysis of studied accessions

Образец Accession	БК NS	ДК LS	ДКО LSA	МК, г WS, g	ИО AI	БКДК NSLS	РМДК WDLS	СМК, г AWSp, g	ККОС, см ³ CSVC, cm ³	КОП, г/см ³ SRD, g/cm ³
TRI381	15,70	61,30	160,20	2,78	2,62	0,257	0,045	0,177	5,63	0,494
TRI1253	23,40	92,20	172,10	3,65	1,88	0,254	0,039	0,155	9,19	0,398
TRI1696	16,90	72,30	172,80	3,25	2,40	0,234	0,044	0,190	6,88	0,469
TRI1716	19,40	70,60	170,40	3,21	2,43	0,276	0,045	0,164	6,73	0,478
TRI1771	17,30	71,40	168,00	3,02	2,37	0,244	0,041	0,172	5,72	0,522
TRI1781	49,60	67,20	129,80	3,20	1,93	0,735	0,048	0,067	9,71	0,333
TRI2377	19,70	78,70	191,70	2,73	2,44	0,251	0,035	0,139	6,30	0,435
TRI3023	18,30	85,00	178,50	3,88	2,10	0,216	0,046	0,212	8,75	0,446
TRI3425	15,80	75,90	175,80	1,40	2,33	0,208	0,018	0,088	3,01	0,470
Khapl3	21,10	62,40	73,90	2,01	1,18	0,338	0,032	0,094	4,02	0,500
Kamut	16,30	63,90	210,50	3,43	3,33	0,257	0,053	0,208	6,61	0,515
TRI7260	15,30	81,80	100,60	1,37	1,23	0,187	0,017	0,090	3,56	0,386
CGN07966	20,00	65,20	83,80	1,98	1,32	0,307	0,030	0,098	3,87	0,511
CGN12276	12,90	43,10	120,00	0,97	2,81	0,299	0,022	0,074	1,82	0,520
TRI19165	63,60	77,30	145,50	5,37	1,89	0,822	0,069	0,084	16,90	0,322
CWI32713	11,70	51,40	151,10	2,37	2,95	0,228	0,046	0,203	7,22	0,333
44961	13,20	56,90	153,30	1,89	2,70	0,232	0,033	0,142	4,91	0,421
45123	14,40	63,90	175,90	1,80	2,78	0,226	0,028	0,124	3,37	0,537
45241	15,20	66,80	172,80	1,96	2,61	0,227	0,029	0,129	3,40	0,578
45242	16,10	69,80	172,40	2,31	2,49	0,231	0,033	0,142	4,14	0,556
45249	17,50	75,00	192,30	2,32	2,58	0,233	0,031	0,135	4,25	0,549
45250	16,40	75,80	183,20	2,44	4,51	0,443	0,065	0,149	4,12	0,592
45252	15,70	75,10	181,50	2,40	2,44	0,209	0,032	0,153	4,73	0,509
45253	17,60	78,00	173,10	2,96	2,23	0,226	0,038	0,168	5,57	0,532
45329	14,00	52,70	142,40	1,21	2,72	0,265	0,023	0,086	2,40	0,504
45333	20,90	74,30	156,10	1,74	2,17	0,285	0,023	0,083	3,37	0,523
45336	16,00	61,10	162,90	1,67	2,69	0,262	0,027	0,103	2,59	0,644
45363	19,20	85,30	145,80	1,84	1,72	0,225	0,022	0,096	3,00	0,614
45365	16,83	82,33	164,83	3,03	2,02	0,208	0,037	0,179	10,78	0,291
45366	18,70	47,10	153,20	2,46	3,26	0,398	0,052	0,131	4,90	0,503
45398	23,70	95,30	164,40	3,90	1,73	0,249	0,041	0,164	6,85	0,570
45404	16,60	55,40	137,00	1,35	2,48	0,301	0,024	0,081	2,24	0,601
45416	14,50	53,00	100,75	0,94	1,92	0,273	0,017	0,065	1,66	0,564
45418	13,80	53,00	144,20	1,22	2,74	0,262	0,023	0,088	2,16	0,561
45427	20,10	70,50	145,50	1,61	2,07	0,286	0,023	0,080	2,56	0,631
45429	19,40	73,60	148,80	2,19	2,03	0,264	0,029	0,113	4,11	0,532
45430	24,00	86,10	97,90	3,35	1,14	0,280	0,038	0,137	7,66	0,436
45433	21,10	79,20	140,60	1,84	1,79	0,268	0,023	0,086	4,18	0,436
Tr.tur	48,80	71,50	149,00	3,91	2,09	0,674	0,053	0,080	12,35	0,331
DLIRGR	10,30	41,20	142,60	0,86	3,47	0,250	0,021	0,083	1,42	0,595
44961a	13,00	55,00	151,00	1,78	2,75	0,237	0,032	0,137	4,00	0,452
45326a	13,11	49,33	124,00	1,34	2,60	0,264	0,026	0,099	2,29	0,594
45365n	17,50	87,40	165,70	3,03	1,91	0,201	0,034	0,172	9,85	0,309
45420b	84,20	79,90	79,90	4,80	1,00	1,052	0,060	0,056	18,06	0,273
45430a	23,00	81,90	92,60	2,84	1,13	0,282	0,035	0,124	6,53	0,432
45431a	58,80	74,80	74,80	3,17	1,00	0,786	0,042	0,054	10,69	0,301
45365/5	17,70	88,20	160,90	3,35	1,83	0,201	0,038	0,189	10,93	0,312
45420/1	82,60	78,40	78,40	4,78	1,00	1,064	0,061	0,058	16,81	0,288
45431a2	44,40	71,00	71,00	1,87	1,00	0,615	0,026	0,041	6,68	0,284
CC/AV	23,77	70,12	145,40	2,52	2,20	0,341	0,036	0,122	6,12	0,469
CO/SD	17,01	13,08	35,37	1,05	0,72	0,21	0,01	0,05	3,98	0,11
BK/VC	71,57	18,66	24,33	41,71	32,80	62,63	35,73	37,49	65,00	22,60

БК/NS – брой класчета в клас/number of spikelets per spike, ДК/LS – дължина на класа/length of spike, ДКО/LSA – дължина на класа с осили/length of spike with awns, МК/WS – маса на класа/weight of spike, ИО/AI – индекс на осилестост/awnness index, БКДК/NSLS – брой класчета по дължината на класа/number of spikelets to the length of spike, РМДК/WDLS – разпределение на масата по дължината на класа/weight distribution along the length of spike, СМК/AWSp – средна маса на класче/average weight of spikelet, ККОС/CSVC – коригиран класов обем в сантиметри/corrected spike volume in centimeters, КОП/SRD – класова относителна плътност/spike relative density, CC/AV – средна стойност/average value, CO/SD – стандартно отклонение/standard deviation, BK/VC – вариационен коефициент/variation coefficient.

Това е определящо за класовата морфология, тъй като чрез него се дава представа за разположението на класчетата, тяхната фертилност, и разклонеността на цветовете, а също така за дължината, ширината и дълбочината на класа. Изследваната растителна съвкупност се отличава с много високо вариране (65%) по този показател, което подчертава множеството различни генотипове, независимо от варирането вътре в даден образец. Това дава основание да се преодолееят ограниченията, които се формират от генетичните фактори по отношение на границите, в които дадени показатели могат да приемат различни стойности, породени от влиянието на средата на отглеждане. От друга страна така установените различия в класовата морфология не дават ясна представа за продуктивността и за генетичната и обусловеност на изследваните образци, тъй като този показател я изключва. Това налага той да бъде използван в съчетание с МК за по-добър селекционен анализ на сходствата.

КОП дава ясна представа за продуктивността на даден образец в рамките на определена класова морфология (Таблица 1). Това дава възможност образците да бъдат оценявани както по отношение на своите външни различия, така и по тяхната продуктивност, което е важно при селекционното оценяване и таксономичното определяне. По-слабото вариране (22,60%) по подобие на СМК подчертава наличието на различия както по отношение на фертилността на класчетата на изследваните образци така и по отношение на тяхната големина. Поради идентичните значения на двата показателя, те се очертават като най-перспективни за установяване на селекционно и таксономично сходство между изследваните образци тетраплоидни пшеници.



Фигура 2. Дендрограма от изведения клъстерен анализ
Figure 2. Dendrogram of the cluster analysis

За определяне на селекционно и таксономично сходство при различните образци е проведен клъстерен анализ на база на съвместното влияние на показателите СМК и КОП. Данните от групирането от клъстерния анализ са съпоставени с определителни таблици. Дендрограмата (Фигура 2) ясно очертава четири основни клъстера, които съгласно видовата принадлежност на по-голямата част от образците, могат да се разпределят в следните групи: първа група – *Triticum turgidum*, втора група – *Triticum dicoccon*, трета група – *Triticum polonicum*, четвърта група – *Triticum sp. forme ramosum*. Тъй като в четвъртата група влизат само разклонени образци, които съгласно определителната таблица са класифицирани като *Triticum turgidum* и *Triticum dicoccon*, независимо, че видово са обособени в два отделни подклъстера, то може да се направи хипотеза за таксономичното им отделяне като самостоятелен вид, поради големите различия в голяма част от морфологичните показатели спрямо останалите изследвани образци. Ясно са отделени образците полска пшеница *Triticum polonicum*, които се характеризират със своите големи зърна и дълги глуми, което ги отличава твърде много в морфологично отношение (Eticha et al., 2006). **Същевременно в групата на *Triticum turgidum*, попадат образци, които са определени като други видове – TRI3425 – *Triticum dicoccoides*, 45433 – *Triticum dicoccon*, TRI381 – *Triticum durum*, TRI2377 – *Triticum turanicum*.** Липсата на по-голяма съвкупност от посочените видове определя тяхната значителна близост с образците *Triticum turgidum*. Различията между някои от образците (TRI381, TRI1253, TRI1716, TRI2377) по отношение на анатомичния строеж на класовете е твърде малка и те трудно се различават един от друг (Фигура 7 D, E, F). **Същевременно голямата филогенетична близост и наличието на преходни форми между отделните видове подчертават генетичното сходство и неговата изява при идентични условия на отглеждане (Goncharov et al., 2009; Гончаров и Кондратиев, 2008). Образците TRI3425 и 45433 се обединяват в един общ подклъстер. Тъй като 45433 се характеризира с дълги класове, овласеност и силна чупливост се предполага неговата значителна близост с *Triticum dicoccoides*.** Двата образеца твърда пшеница (TRI381 и CWI32713) попадат в съвсем различни клъстери. Това вероятно не дължи на различния им генетичен произход (България и Мексико) и влиянието на използване на местни форми при хибридизацията и отбора им. Това подчертава значението на преходните междувидови форми и изменчивостта под влияние на условията на средата. Попадането на образеца Kamut в групата на *Triticum turgidum* доказва неговата принадлежност към секция *Dicoccoides*.

Някои образци (44961, 44961a), класифицирани от генбанката като *Triticum dicoccon*, се различават твърде много в морфологично отношение от характеристиката на вида. Те са с нечупливо вретено, лесно се овършават и зърното е с характерна за *Triticum durum* висока стъкловидност. Образец 45366 (Фигура 6) се характеризира с компактоидни класове, със силно повишена фертилност (три фертилни цветчета). Образците 45252 и 45253 имат много тежки класове и малко на брой класчета, въпреки сходната морфология с вида *Triticum dicoccon*. Тъй като техните зърна са идентични с тези на Kamut се предполага известна преходност във видовата характеристика. Особеностите на тези образци, предполагат тяхната по-голяма принадлежност към вида *Triticum turgidum*, отколкото към *Triticum dicoccon*. Въпреки ясната морфологична диференциация на двата вида, множество автори посочват наличие на идентични признаци между двата вида (Alvarez et al., 2007; Pagnota et al., 2009; Stoyanov, 2014). Други автори определят морфологичното разнообразие в секцията като модификация на *Triticum turgidum* и причисляват тези морфотипове като подвидове (Van Slageren, 1994). Данните от клъстерния анализ недвусмислено показват, че *Triticum turgidum* е вид обхващащ различни характеристики на морфологията на класа (чупливост на вретено – нечупливо вретено; трудно овършаване – лесно овършаване; различен строеж на глумите и цветните плевни, което е основна характеристика за различаване на видовете *Triticum turanicum*, *Triticum turgidum* и *Triticum durum*). Гончаров & Кондратиев (2008), посочват малка филогенетична отдалеченост на

Таблица 2. Определителни таблици според различни показатели за изследваните образци**Table 2.** Classification tables based on different parameters of studied accessions

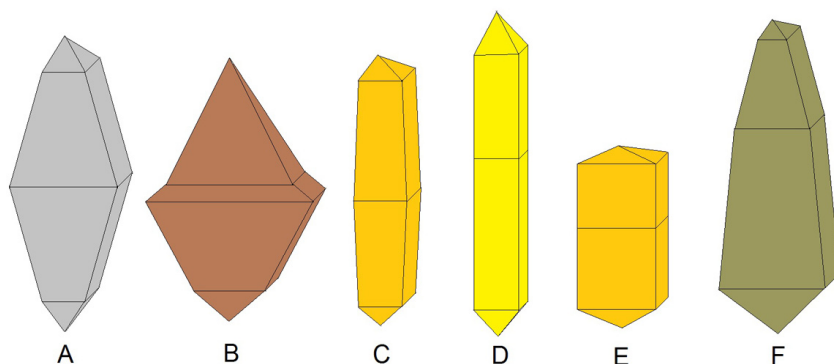
Обр/Асс	Произход	Според генбанката по произход	Според определител*	Според клъстерния анализ
TRI381	IPK- Gatersleben	<i>Triticum durum</i>	<i>Triticum durum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
TRI1253	IPK- Gatersleben	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
TRI1696	IPK- Gatersleben	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
TRI1716	IPK- Gatersleben	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
TRI1771	IPK- Gatersleben	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
TRI1781	IPK- Gatersleben	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>	N/A
TRI2377	IPK- Gatersleben	<i>Triticum turanicum</i>	<i>Triticum turanicum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
TRI3023	IPK- Gatersleben	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
TRI3425	IPK- Gatersleben	<i>Triticum dicoccoides</i>	<i>Triticum dicoccoides</i>	<i>Triticum turgidum</i>
Khapli3	ДЗИ/DAI	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
Kamut	закупен/bought	N/A	<i>Triticum carthlicum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
TRI7260	IPK- Gatersleben	<i>Triticum ispahanicum</i>	<i>Triticum ispahanicum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
CGN07966	Wageningen	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
CGN12276	Wageningen	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
TRI19165	IPK- Gatersleben	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>	N/A
CWI32713	CYMMIT	<i>Triticum durum</i>	<i>Triticum durum</i>	<i>Triticum durum</i>
44961	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum durum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
45123	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45241	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45242	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45249	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45250	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45252	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum turgidum</i>
45253	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum turgidum</i>
45329	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45333	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45336	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45363	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45365	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum polonicum</i>	<i>Triticum polonicum</i>
45366	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum turgidum</i>
45398	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45404	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45416	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45418	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45427	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45429	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum turgidum</i>
45430	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum turgidum</i>
45433	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum turgidum</i>
Tr.tur	MPGP	<i>Triticum turgidum</i>	<i>Triticum turgidum</i>	N/A
DLIRGR	MPGP	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
44961a	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum durum</i>	<i>Triticum turgidum</i>
45326a	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>
45365n	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum polonicum</i>	<i>Triticum polonicum</i>
45420b	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	N/A
45430a	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	N/A
45431a	ICARDA	<i>Triticum dicoccon</i>	<i>Triticum dicoccon</i>	N/A

Triticum dicoccoides, вследствие на генетични разлики. Тъй като се предполага, че видът е родоначалник на останалите видове тетраплоидни пшеници (Стоянов и др., 2010) се предполага и голямата близост с останалите видове от секцията. Данните от клъстерния анализ, разграничаващи рязко съвкупността на *Triticum dicoccon* от останалите тетраплоидни пшеници, но същевременно наличието на интермедийни образци, които попадат в групата *Triticum turgidum*, подчертават общия произход и филогенетично сходство в секцията. Данните в Таблица 2 подчертават високата ефективност на клъстерния анализ за разграничаване на филогенетично сходни видове.

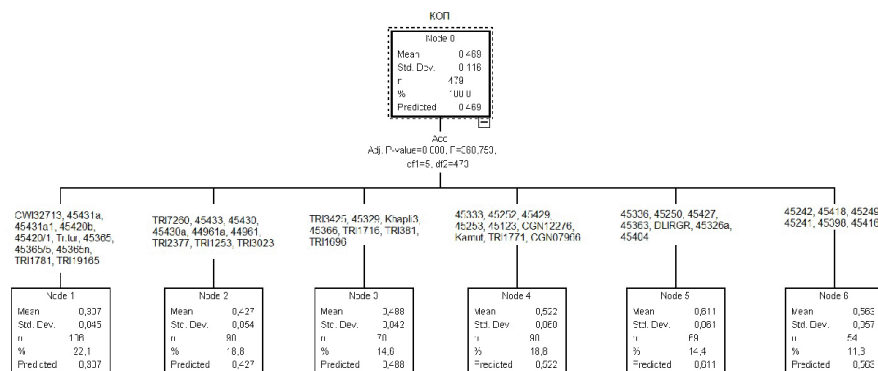
Значението на морфологичната диференциация на класовете, при наличие на висока степен на генетично сходство, определят различния размножителен апарат, формиран в следствие на разлики в условията на еволюционно развитие (Szabo and Hammer, 1998). Осигуряването на различен размножителен коефициент в рамките на един и същ вид подчертава по-скоро видово различие, отколкото генетичното сходство (Аяла и Кигер, 1984). Разликата в механизма на размножаване определя невъзможността за формиране на единни растителни съвкупности. Това се доказва от по-лесното възникване на преходни форми между видовете, отколкото съществуване на рязко различаващи се образци (Аяла и Кигер, 1984). Това се дължи на екологичната неприспособимост на даден генотип към условията на конкретна среда, в резултат на което еволюционно се оформят различни видове. Поради тази причина разклонените образци се различават значително както в селекционно, така и в таксономично отношение, независимо от определени сходства в морфогенетичната им принадлежност.

Числовият и графичен модел (Фигура 3) на изследваните образци допринася за определянето на морфологичното им сходство. Тъй като видовете от секция *Dicoccoides* по анатомично устройство са твърде сходни (Гандилян, 1980), а използването на клъстерен анализ изисква изследване на достъчна по обем растителна съвкупност, съпоставянето и оценяването на образците следва да се осъществява по конкретните им показатели и разликите между тях (Stoyanov, 2014).

Докато числовият модел дава представа за реалното сходство (Марков, 2002) на база продуктивност и таксономично различие, графичният допринася за оформяне на групи (Bishop, 2006) от сходни в морфологично отношение класове, които в различна степен удовлетворяват предварително поставените селекционни задачи.



Фигура 3. Графични модели на: А – общ модел; В – *Triticum turgidum* (разклонен) [TRI19165]; С – *Triticum turgidum* (неразклонен) [TRI1253]; D – *Triticum dicoccon* [45398]; E – *Triticum dicoccon* [Khapli3]; F – *Triticum polonicum* [45365]
Figure 3. Graphical models of: A – average model; B – *Triticum turgidum* (branched) [TRI19165]; C – *Triticum turgidum* (unbranched) [TRI1253]; D – *Triticum dicoccon* [45398]; E – *Triticum dicoccon* [Khapli3]; F – *Triticum polonicum* [45365]



Фигура 4. Tree growing method таблица по признака КОП
Figure 4. Tree growing method table based on parameter SRD

Числовият модел условно би могъл да се представи като матрица (Каменов & Бояджиев, 2002) с два реда и две колони, първи ред, първа колона, от която приема за стойност СМК, а втори ред, втора колона КОП. Останалите срещуположни стойности приемат стойност 0.

По този начин детерминирането на матрицата, ще води до резултат стойност от произведението на СМК и КОП. Подобен показател е в състояние да даде нагледна информация едновременно както за морфологичната, така и за генетичната структура на класовете на растенията. Примерен числов модел за образец 45398 е представен чрез (4), а негов графичен модел е представен на Фигура 3Д.

$$Model_{(45398)} = \begin{pmatrix} СМК_{45398} & 0 \\ 0 & КОП_{45398} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,164 & 0 \\ 0 & 0,570 \end{pmatrix} \Rightarrow \det \begin{pmatrix} 0,164 & 0 \\ 0 & 0,570 \end{pmatrix} = 0,093 \quad (4)$$

При сравняването на два или повече образци в таксономично отношение, поради математическата същност на детерминантата като инструмент (Каменов & Бояджиев, 2002), нулевите стойности в числовия модел се заемат от стойностите на втори образец, който сравняваме. По този начин след трансформация в абсолютна стойност и умножаване по 100 за привеждане в подходящ за сравняване стойностен вид, получената разлика характеризира точно морфотаксономичните и селекционни прилики за дадени образци. Примерна съпоставка е представена чрез (5).

$$\left| \det \begin{pmatrix} СМК_{44961} & КОП_{45431a} \\ СМК_{45431a} & КОП_{44961} \end{pmatrix} \cdot 100 \right| = \left| (0,142 \cdot 0,421 - 0,054 \cdot 0,312) \cdot 100 \right| = 4,293 \quad (5)$$

Чрез изследване на взаимодействията между образците участващи в настоящето проучване е съставена Таблица 3, на база на която се оценява степента на сходство между два образца в селекционно и таксономично отношение. От данните в таблицата и посочения пример в (5), може да се заключи, че липса на сходство между двата изследвани образца.

WHEATmorphSTAT v.1.0

ВЪВЕДЕТЕ СТОЙНОСТИТЕ НА КОМПОНЕНТИТЕ

СМК1	КОП2
СМК2	КОП1

Изчисли СИССС =

Образците са:

Изчисли КОС КОС = см³

Изчисли ККОС ККОС = см³

ДК = см

МК = г

ВЪВЕДЕТЕ СТОЙНОСТИТЕ НА КОМПОНЕНТИТЕ

Изчисли КОП КОП = г/см³

* - Единично кликване използва ККОС, двойно КОС

Фигура 5. Софтуер WheatmorphStat 1.0
Figure 5. Software WheatmorphStat 1.0

Сходството на два или повече образци може да се установи и чрез използването на CHAID Tree Growing Method, на база на взаимодействието на променливите, чрез показателя КОП (Фигура 4). Тъй като използването на ковариационен показател СМК изкривява твърде много резултатната таблица, и води до наличието на много графи, повечето, от които приемат по един образец (Stoyanov, 2014), е удачно методът да се използва за всеки показател поотделно, като в последствие се приложи и сравняване посредством (3) и (5).

Таблица 3. Скала за определяне на сходството между образци изходен селекционен материал.

Table 3. Scale for determining the similarity of initial breeding material accessions

Сходство/Similarity	СИССС/SISBM
Еднакви/Equal	=0
Идентични/Identical	0-2
Сходни/Similar	2-4
Слабо сходни/Little similar	4-6
Твърде слабо сходни/Too little similar	6-8
Различни/Different	8-10
Много различни/Very different	10-12
Твърде различни/Too different	>12

СИССС/SISBM - специфичен индекс на сходство на селекционен материал/specific index of similarity between breeding materials

За по-лесното и бързо осъществяване на подбора на селекционен материал е разработено приложение (Фигура 5), чрез което автоматично се определя степента

на сходство между двата изследвани образца.

Въпреки широкото вариране при изследваните показатели на класовете от образците от секция *Dicoccoides*, между някои от тях се наблюдават твърде големи сходства, което не дава възможност за правилно оценяване на таксономичната им принадлежност и селекционна пригодност. Поради тази причина е необходимо провеждането на задълбочени изследвания по отношение на сходствата между видове в по-големи съвкупности, което да доведе до създаването на морфотаксономични таблици по отношение на числовите параметри на показателите на класовете.

ИЗВОДИ

На база на така представените резултати от изследването могат да бъдат направени следните изводи:

1. Изследваните тетраплоидни образци от секция *Dicoccoides* се отличават с широко вариране по отношение на показателите БК, МК, БКДК и ККОС, което определя тяхната видова диференция в рамките на различни ботанически таксони и се доказва от изведените числови и графичен модел.

2. Показателите ДК, ДКО, ИО, СМК и КОП проявяват слабо до средно вариране спрямо изследваните образци, определяйки наличието на морфологични сходства между определени групи от образци, което се доказва от изведения клъстерен анализ и **CHAID Tree Growing Method, на база на СМК и КОП**

3. Три от формираните групи от клъстерния анализ се отличават с хомогенен по отношение на видовете участващи в тях, а групата *Triticum turgidum* показва твърде голяма разнородност спрямо участващите образци, което показва висока степен на сходство между тях и определя вида като хетерогенен, обединяващ множество преходни и генетично сходни форми.

4. Всички разклонени образци, независимо от своята таксономична принадлежност, попадат в един клъстер, което се определя от разлики в техния репродуктивен апарат и размножителен коефициент, в следствие от филогенезата им при диференцирани условия на средата и различни нива на биотичен и абиотичен стрес.

5. Класовата относителна плътност и средната маса на класче са подходящи показатели за измерване на селекционни и таксономично сходства спрямо изследваната растителна съвкупност, което очертава разработения числови модел като перспективен за внедряването в селекционно-изследователската работа при различни видове пшеница.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящото изследване е осъществено с подкрепата на проф. Пенко Спецов от Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево, доц. Гинка Рачовска и гл. ас. Иван Алексиев от Институт по растителни и генетични ресурси – Садово, както и институтите **IPK-Gatersleben, ICARDA, Wageningen university, CYMMIT**, които любезно предоставиха семена от различните образци тетраплоидни пшеници.

ЛИТЕРАТУРА

Антропов, В. И., В.Ф. Антропов, А.И. Мордвинкина, А.А. Орлов, 1986. Культурная флора СССР, II – Хлебные злаки – рожь, ячмень, овес. Государственное издательство совхозной и колхозной литературы. Москва-Ленинград.

Айала, Ф., Д. Кигер, 1987. Съвременна генетика. Земиздат. София

Алиева, А.Д., 2009. Источник нового типа вествистолокости у твердых пшениц. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 3: 10-11.

- Гандилян, П.А.**, 1980. Определитель пшеницы, эгилопса, ржи и ячменя. Определительные и справочные таблицы видов и разновидностей. Издательство АН Армянской ССР, Ереван.
- Гончаров, Н.П., Е.Я. Кондратенко**, 2008. Происхождение, доместикация и эволюция пшениц. Вестник ВОГиС, 12(1/2): 159-179.
- Каменов, О., Л.Бояджиев**, 2002. Висша математика част втора, Сиела.
- Марков, К. З.**, 2002. Математическо моделиране. Изд. СУ „Св. Кл. Охридски“ София.
- Наскидашвили, П.П.**, 1984. Межвидовая гибридизации пшеницы. Колос. Москва.
- Николова, Е., И. Панайотов**, 2008. Наследяване на количествени признаци в F1 хибриди зимна обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.). **Научни съобщения на СУБ кл. Добрич**, 10 (Аграрни науки), 11-18
- Спецов, П., И. Белчев, Д. Пламенов**, 2008. Селекция на синтетични пшеници: Кръстосваемост и получаване на хибриди с участието на *Aegilops tauschii*. Годишник на Технически университет – Варна. Том I: 71-76.
- Спецов, П., Д. Пламенов, И. Белчев**, 2009. Селекция на синтетични пшеници: Анализ на амфидиплоидни растения получени с участието на *Aegilops tauschii*. Изследвания върху полските култури том V-2: 207-216.
- Стоянов, Х., П. Спецов, Д. Пламенов**, 2010. Произход на обикновената зимна пшеница (*Triticum aestivum* L.) и анализ на синтетични форми като източник на генетично разнообразие. Научни трудове на Русенски университет, 49(1.1): 55-60.
- Стоянов, Х.**, 2012. Влияние на факторите на средата върху образци от *Triticum turgidum* ssp. *dicoccon* (Schrank ex Schuebler) Thell. **Научни трудове на Технически университет - Варна**, Трети международен научен конгрес, 7: 143-148.
- Стоянов, Х.**, 2013. Корелация между характеристики на класа при сортове обикновена зимна пшеница (*Triticum aestivum* L.). **Научни трудове на Институт по земеделие – Карнобат**. (под печат).
- Фляксбергер, К.А., Р.Ю. Рожевиц**, 1935. Культурная флора СССР, I – Хлебные злаки – пшеница. Государственное издательство совхозной и колхозной литературы. Москва-Ленинград
- Цицин, Н.В.**, 1978. Многолетная пшеница. Наука. Москва.
- Akram, Z., S.U. Ajmal, M. Munir**, 2008. Estimation of correlation coefficient among some yield parameters of wheat under rainfed conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 40(4): 1777-1781
- Al Hakimi, A., P. Monneveux, M.M. Nachit**, 1998. Direct and indirect selection for drought tolerance in alien tetraploid wheat x durum wheat crosses. *Euphytica*, 100: 287-294
- Alieva, A.D.**, 2009. Source of a New Type of Spike Branching in Hard Wheats. *Russian Agricultural Sciences*, 35(3): 144–146.
- Alvarez J.B., L. Caballero, P. Ureña, M. Vacas, L.M. Martín**, 2007. Characterisation and variation of morphological traits and storage proteins in Spanish emmer wheat germplasm (*Triticum dicoccon*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54: 241-248,
- Amagai, Y., P. Martinek, N. Watanabe, T. Kuboyama**, 2013. Microsatellite mapping of genes for branched spike and soft glumes in *Triticum monococcum* L., *Genet Resour Crop Evol*, DOI 10.1007/s10722-013-0050-9.
- Amagai, Y., A.J. Aliyeva, N.Kh. Aminov, P. Martinek, N. Watanabe, T. Kuboyama**, 2013. Microsatellite mapping of the genes for sham ramification and extra glume in spikelets of tetraploid wheat, *Genet Resour Crop Evol*, DOI 10.1007/s10722-013-0052-7.
- Asif, M., I. Khaliq, M.A. Chowdhry, A. Salam**, 1999. Genetic Mechanism For Some Spike Characteristics and Grain Yield In Bread Wheat. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2(3), 948-951

- Beteselassie, N., C. Fininsa, A. Badebo, 2007a.** Sources of resistance to stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) in Ethiopian tetraploid wheat accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54: 337-343
- Beteselassie, N., C. Fininsa, A. Badebo, 2007b.** Sources of stem rust resistance in Ethiopian tetraploid wheat accessions. *African Crop Science Journal*, 15: 51-57
- Bishop, C.M., 2006.** *Pattern Recognition and Machine Learning*. Chapter 8 – Graphical models. Springer.
- Dedkova, O.S., E.D. Badaeva, O.P. Mitrofanova, E.N. Bilinskaya, V.A. Pukhal'skiy, 2007.** Analysis of intraspecific diversity of cultivated emmer *Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl using C-banding technique. *Russian Journal of Genetics*, 43-11: 1271-1285.
- Dedkova, O.S., E.D. Badaeva, A.V. Amosova, S.P. Martynov, V.V. Ruanet, O.P. Mitrofanova, V.A. Pukhal'skiy, 2009.** Diversity and the origin of the European population of *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl. as revealed by chromosome analysis. *Russian Journal of Genetics*, 45-9: 1082-1091.
- Dobrovolskaya, O., P. Martinek, A.V. Voylovokov, V. Korzun, M.S. Röder, A. Börner, 2009.** Microsatellite mapping of genes that determine supernumerary spikelets in wheat (*T. aestivum*) and rye (*S. cereale*). *Theor Appl Genet*, 119: 867-874.
- Dorofeev, V.F., 1987.** Пšenica polonicum (*T. polonicum* L.). In: Dorofeev VF (ed) Пšenicy mira: Vidovoj sostav, dostizheniâ selekcii, sovremennyye problemy i ishodnyj material, 2nd edn. Leningrad, Kolos, 48–50
- Elbaum, R., L. Zaltzman, I. Burgert, P. Fratzl. 2005.** The Role of Wheat Awns in the Seed Dispersal Unit. *Science*, 316: 884-886
- Eticha, F., G. Belay, E. Bekele, 2006.** Species diversity in wheat landrace populations from two regions of Ethiopia. *Genet Resour Crop Evol*, 53: 387–393
- Friend, D.J.C., 1965.** Ear Length and Spikelet Number of Wheat Grown at Different Temperatures and Light Intensities. *Canadian Journal of Botany*, 43(3): 345-353
- Fufliuolo, G., P. Perrino, 2004.** Genetic diversity and intra-specific phylogeny of *Triticum turgidum* subsp. *dicoccon* (Shrank) Thell. Revealed by RFLPs and SSRs. *Genetic resources and Crop Evolution*, 51: 519-527.
- Gasratalliev, G.S., 1983.** Resistance in emmer specimens to powdery mildew, brown and yellow rusts. [In Russian with English summary]. *Bull. N.I. Vavilov Inst. Plant Ind., Leningrad*, 129: 70-71.
- Goncharov, N.P., K.A. Golovnina, E. Kondratenko, 2009.** Taxonomy and molecular phylogeny of natural and artificial wheat species. *Breeding Science*, 59(5): 492-498.
- Grieve, C.M., S.M. Lesch, L.E. Francois, E.V. Maas. 1992.** Analysis of Main-Spike Yield Components in Salt-Stressed Wheat. *Crop science*, 32-3: 697-703
- Haile, J.K., K. Hammer, A. Badebo, M.M. Nachit, M.S. Roeder, 2012.** Genetic diversity assessment of Ethiopian tetraploid wheat landraces and improved durum wheat varieties using microsatellites and markers linked with stem rust resistance. *Genet Resour Crop Evol*, DOI 10.1007/s10722-012-9855-1
- Ji, X., C. Xie, Z. Ni, T. Yang, E. Nevo, T. Fahima, Z. Liu, Q. Sun, 2007.** Identification and genetic mapping of a powdery mildew resistance gene in wild emmer (*Triticum dicoccoides*) accession IW72 from Israel. *Euphytica*, 159: 385-390,
- Kang, H.Y., Y. Wang, H.J. Yuan, Y. Jiang, Y.J. Zhou, 2008.** A new synthesized 6x-wheats, derived from dwarfing Polish wheat (*Triticum polonicum* L.) and *Aegilops tauschii* Cosson. *International Journal of Agricultural Research*, 3-4: 252-260.
- Kun, B., J. Pan, L. Lei, S. Benyi, W. Cheng, 2010.** Non-destructive measurement of wheat spike characteristics based on porphological image precessing. *Transactions of the CSAE*, 26(12): 212-216. (in Chinese with English abstract)
- Martinek, P., O.B. Dobrovolskaya, P. Pokorova, M. Vanova, 2011a.** Forování výnosových prvku u linií ozimé pšenice s odlišnou morfologií klasu. Nové poznatky z genetiky a šľahtenia poľnohospodárskych rastlín. Zborník z 18. vedeckej konferencie, Piešťany:

- VÚRV, 2011, 56-62.
- Martinek, P., O.B. Dobrovolskaya, P. Pokorova, M. Vanova, 2011b.** Genové zdroje pšenice (*Triticum aestivum* L.) se zmenenou morfológií klasu a jejich využitelnost. Agricultura – Scientia – Prosperitas. Osivo a Sadba. X. odborný a vedecký seminár, 62-69.
- McMaster, G.S., J.A. Morgan, W.O. Willis, 1987.** Effects of Shading on Winter Wheat Yield, Spike Characteristics, and Carbohydrate Allocation. *Crop Science*, 27-5: 967-973
- Mohsin, T., N. Khan, F.N. Naqvi. 2009.** Heritability, phenotypic correlation and path coefficient studies for some agronomic characters in synthetic elite lines of wheat. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7-3/4: 278-282
- Pagnotta, M.A., L. Mondini, P. Codianni, C. Fares, 2009.** Agronomical, quality, and molecular characterization of twenty Italian emmer wheat. *Genet Resour Crop Evol*, 56: 299-310.
- Pinthus, M.J., E. Millet, 1978.** Interactions Among Number of Spikelets, Number of Grains and Grain Weight in the Spikes of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ann Bot* 42(4): 839-848.
- Rahman, M.S., J.H. Wilson, 1977.** Determination of spikelet number in wheat. I. Effect of varying photoperiod on ear development. *Australian Journal of Agricultural Research*, 28(2): 265-274
- Rawson, H.M., 1969.** Spikelet Number, Its Control And Relation To Yield Per Ear In Wheat. *International Journal of Biological Sciences*, 23: 1-15
- Rawson, H.M., 1971.** An upper limit for spikelet number per ear in wheat as controlled by photoperiod. *Australian Journal of Agricultural Research*, 22(4): 537-546
- Stoyanov, H., 2013.** Status of wide hybrids in Poacea: problems and prospects, *Agricultural science and Technology, Trakia University – Stara Zagora*, v.5-1: 3-12.
- Stoyanov, H., 2014.** Morphological analysis of spikes and grouping of accessions of *Triticum turgidum* ssp. *dicoccon*. *Agricultural Science and Technology, Trakia University – Stara Zagora*, 6(2): 124-133.
- Szabó, A.T., K. Hammer, 1998.** Notes on the taxonomy of farro: *Triticum monococcum*, *T. dicoccon* and *T. spelta*. Hulled wheats. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 4. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy. *International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy*. 2-40.
- Terzi, V., C. Morcia, A.M. Stanca, L. Kucera, C. Fares, P. Codianni, N. Di Fonzo, P. Faccioli, 2007.** Assessment of genetic diversity in emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) x durum wheat (*Triticum durum* Desf.) derived lines and their parents using mapped and unmapped molecular markers. *Genet Resour Crop Evol*, 54: 1613-1621.
- Van Slageren M.W., 1994.** Wild wheats: a monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub. & Spach) Eig (Poaceae). Wageningen Agriculture University Papers
- Wang, H.J., X.Q. Huang, M.S. Roeder, A. Boerner, 2002.** Genetic mapping of loci determining long glumes in the genus *Triticum*. *Euphytica*, 123: 287-293.
- Weninger, M.J., 1974.** Polyhedron Models, Cambridge University Press
- Wilkinson, L., 1992.** Tree Structured Data Analysis: AID, CHAID and CART. Sawtooth/SYSTAT Joint Software Conference, <http://www.cs.uic.edu/~wilkinson/Publications/c&rtrees.pdf>.
- Zhang, L., D. Liu, X. Lan, Y. Zheng, Z. Yan, 2008.** A synthetic wheat with 56 chromosomes derived from *Triticum turgidum* and *Aegilops tauschii*, *J Appl Genet*, 49-1: 41-44.
- Zhang, W., A. Li, J. Tian, L. Zhao, 2012.** Development of Near Isogenic Lines of Wheat Carrying Different Spike Branching Genes and Their Agronomic and Spike Characters. *Journal of Agricultural Science*; 4-8, 215-221.
- Xiaojun, L., T. Liang, Z. Yonghui, J. Haiyan, C. Weixing, Z. Yan, 2011.** Geometric model and visualization of wheat spike. *Transactions of the CSAE*, 27(123): 179-184. (in Chinese with English abstract)

ПРИЛОЖЕНИЕ



Фигура 6. Класове от изследвани образци тетраплоидни пшеници: A – DLIRGR; B – 45398; C – 45430; D – 45433; E – 45366; F – 44961;
Figure 6. Spikes of studied tetraploid wheat accessions: A – DLIRGR; B – 45398; C – 45430; D – 45433; E – 45366; F – 44961;



Фигура 7. Класове от изследвани образци тетраплоидни пшеници: A – 45420b; B – *Tr.tur*; C – 45365; D – *Kamut*; E – *TRI1716*; F – *TRI381*;
Figure 7. Spikes of studied tetraploid wheat accessions: A – 45420b; B – *Tr.tur*; C – 45365; D – *Kamut*; E – *TRI1716*; F – *TRI381*;