



Списание за наука

„Ново знание“

ISSN 2367-4598 (Online)

Академично издателство „Талант“

Висше училище по агробизнес и развитие на  
регионите - Пловдив

New Knowledge

Journal of Science

ISSN 2367-4598 (Online)

Academic Publishing House „Talent“

University of Agribusiness and Rural Development -  
Bulgaria

<http://science.uard.bg>

## MATHEMATICAL APPROACHES FOR GROUPING TOPCROSS MAIZE HYBRIDS WITH PHK-42 AND DK-16/G2 PATERNAL LINES

**Albena Pencheva**

*Institute of Plant Genetic Resources “Konstantin Malkov”, Sadovo, Bulgaria*

**Abstract:** A three-year study of 38 maize crosses obtained with the paternal lines PHK-42 and DK-16/G2 and the hybrids Kn-435, PR-9578 and Lg-3475 as a standards (checks) was carried out. Through cluster analysis, the test-crosses with paternal component PHK-42 were divided into two clusters-one larger and one smaller with differentiated 4 subgroups. The analysis shows that the grouping of samples is based on the average values of yield obtained in the relevant cluster. The impact of the yield and its elements, determined by applying the factor analysis, shows that of the possible 10 components, the analysis is presented to the second, explaining 77,0% of the total variation. DK-16/G2 crosses clustering results show that, depending on the relative distance between them, the test-crosses are also grouped into two clusters - one larger and one smaller. The distribution of the variants here is also based on the average yields obtained for the respective group. Crosses: A9E0371xDK-16/G2, 88BM29xDK-16/G2 and 88BM34xDK-16/G2 exceed the Kn-435 and Lg-3475 standards as well as all other variants. Using the factor analysis at crosses with DK-16/G2 paternal line, the variables are grouped into three components as they explains for 65,5% of the total variation.

**Keywords:** test-crosses, cluster analysis, basic components, average yield.

## МАТЕМАТИЧЕСКИ ПОДХОДИ ЗА ГРУПИРАНЕ НА ТОПКРОС ХИБРИДИ ЦАРЕВИЦА С БАЩИНИ ЛИНИИ РНК-42 И ДК-16/G2

Албена Пенчева

Институт по растителни генетични ресурси „Константин Малков“ – Садово

**Резюме:** Извършено е четиригодишно проучване на 38 кръстоски царевица, получени с участието на бащини линии РНК-42 и ДК-16/G2 и хибридни сортове Кп-435, PR-9578 и Lg-3475 като стандарти (контроли). Чрез клъстер анализ тесткросите с бащин компонент РНК-42 бяха разделени в два клъстера – един по-голям и един малък с диференцирани 4 подгрупи. Групирането на образците е базирано на стойностите на средния добив, получени в съответния клъстер. Силата на влияние на добива и неговите елементи, установена чрез прилагането на факторния анализ, показва, че от възможните 10 компонента анализът е представен до втория, обосноваващ 77,0% от общото вариране. Резултатите от клъстерирането на кръстоските с бащина линия ДК-16/G2 показват, че в зависимост от относителното разстояние между тях тесткросите също са групирани в два клъстера – един голям и един по-малък. Разпределението на вариантите и тук е базирано на стойностите на средния добив, получен за съответната група. Кръстоски А9Е0371хДК-16/G2, 88ВМ29хДК-16/G2 и 88ВМ34хДК-16/G2 надвишават по добив стандарти Кп-435 и Lg-3475, както и всички останали варианти. С помощта на анализа на главните компоненти при кръстоските с баща ДК-16/G2 променливите са групирани в три компонента, тъй като с тях се обясняват 65,5% от общото вариране.

**Ключови думи:** тест-кроси, клъстер анализ, основни компоненти, среден добив.

### ВЪВЕДЕНИЕ

За България царевицата (*Zea mays L.*) е третата по важност култура след пшеницата и слънчогледа и има две големи предимства (Славова, 2015). Първото е, че царевичното растение е с голям генетичен потенциал за продуктивност. Второто предимство е, че като обект на човешката дейност царевицата отдавна е престанала да бъде само зърнено-фуражна култура, а широко се използва и за храна на хората.

Създаването на нови хибриди и внедряването им в производството изисква проучване върху тяхната продуктивност и други важни стопански качества и предоставяне на резултатите на производителите и специалистите (Ангелов и др., 2009; Вълчинков и др., 2001). Селекцията, като приложна наука, може в голяма степен да бъде програмирана въз основа на генетичните изследвания на изходния материал (Петровска и др., 2010).

Изследването на селекционни материали чрез клъстер анализ дава възможност на селекционерите да планират и вземат по-ефективни решения за развитие на своите селекционни програми (Ahmad et al., 2008). С помощта на клъстерирането образците могат да бъдат разделени по генотип в зависимост от неговото фенотипно проявление по определен признак или група от признаци (Иванов, 2014).

Ashofteh-Beiragi (2010), прилагайки клъстерния и компонентния анализ, чрез групиране на променливите в два и повече главни компонента обяснява степента на генетичното вариране на добива и неговите елементи. Съвместното прилагане на двата анализа дава възможност за получаване на една по-пълна информация за ролята и значението на признаците в групирането на генотиповете (Philippeau, 1990).

Целта на проучването беше с помощта на статистически методи да се проследи продуктивността на набор царевични хибриди при комплекс от фактори, свързани с климатичните условия, прилаганата агротехника и генетичните заложи на растенията.

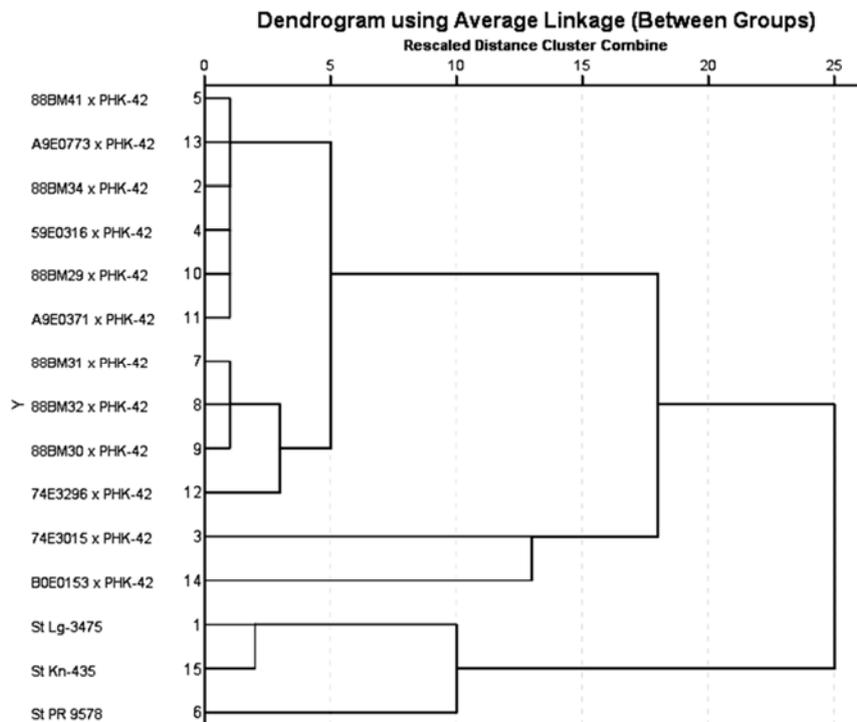
## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е извършено през периода 2013-2016 г. в опитното поле на ИРГР – гр. Садово, при условия с напояване. Опитите са залагани по блоков метод, в две повторения, с големина на опитната парцелка 10 m<sup>2</sup>. Почвеният тип е ливадно-канелена смолница, а агротехниката на отглеждане е по възприетата за региона.

За изследване йерархичната структура на генетичното сходство между вариантите е използван клъстер анализ по метода *Average Linkage (Within Groups)*. Използван е анализ на главните компоненти, който демонстрира разстоянията между гените в генома, контролиращи структурните елементи на добива (Генчев и др., 1975; Димова и др., 1999). За разработването на моделите са използвани данни от проучването на 38 броя експериментални хибриди и три стандарта – Кп-435, PR-9578 и Lg-3475, по 9 стопански признака – височина на растението, брой листа над кочана, дължина и ширина на лист, дължина на кочана, брой редове в кочана, дължина на зърното, маса на 1000 зърна и добив на зърно.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Резултатите от групирането на хибридите с бащина линия РНК-42 са представени на фиг. 1. В зависимост от относителното разстояние между тях кръстоските образуват един по-голям клъстер и един малък, диференцирани в 4 подгрупи. От дендрограмата е видно, че групирането на тесткросите се базира на стойностите на средния добив, получени в съответния клъстер, на ниво до 4.



Фиг. 1. Клъстериране на хибридите с баща РНК-42

Първата подгрупа е съставена от 6 кръстоски, със среден добив 382 kg/da, получен в групата. С доказано по-висока продуктивност се отличават 88BM29 x РНК-42 (411,1 kg/da) и А9Е0371 x РНК-42 (420,2 kg/da). Втората подгрупа е формирана от 4 кръстоски, със среден добив 251,7 kg/da, следващ този на предходната група. Доказано по-ниска продуктивност спрямо останалите варианти в групата е установена при 74Е3296 x РНК-42 (181,8 kg/da). Третата група е съставена от кръстоските: 74Е3015 x РНК-42 и В0Е0153 x РНК-42, с най-ниски резултати по отношение на получения среден добив за периода на проучване (95,4 kg/da).

Във втората клъстерна група се отделят трите стандарта, използвани за сравнение в опита, с най-високи стойности на добива, спрямо изпитваните кръстоски.

Силата на влияние на добива и неговите елементи при кръстоските с бащина линия РНК-42, установена чрез прилагането на факторния анализ, показва, че от възможните 10 компонента анализът е представен до втория, обосноваващ 77,0% от общото вариране (Таблица 1). Според първия значим компонент, обясняващ 54,2% от общото вариране, най-силно влияние оказват признаците: височина на растението, брой листа, дължина и ширина на листа, дължина на кочана, брой редове в кочана и добив от единица площ (Таблица 2). С втория основен компонент се обясняват 22,9% от общото вариране. С най-значимо влияние тук са признаците: дължина на зърното и маса на 1000 зърна.

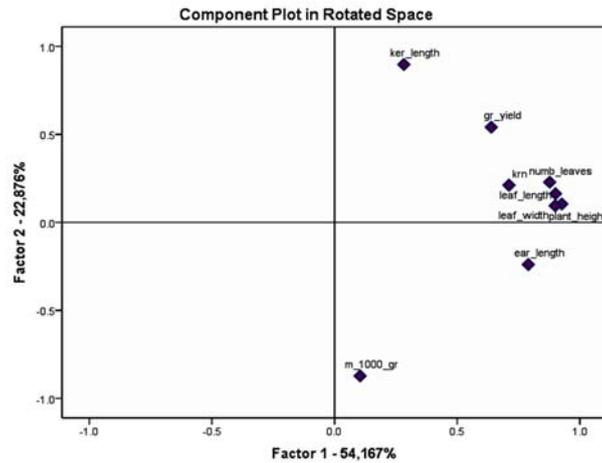
**Таблица 1.** Разпределение на общата вариация между компонентите, при кръстоските с баща РНК-42

Компонент	Начални стойности			Екстрахиранни квадратни суми			Квадратни суми от завъртяно решение		
	Общо	% от варианса	Кумулиран процент	Общо	% от варианса	Кумулиран процент	Общо	% от варианса	Кумулиран процент
1	5,193	57,699	57,699	5,193	57,699	57,699	4,875	<b>54,167</b>	<b>54,167</b>
2	1,741	19,344	77,043	1,741	19,344	77,043	2,059	<b>22,876</b>	<b>77,043</b>

**Таблица 2.** Анализ на основните компоненти, при F<sub>1</sub> царевични хибриди с баща РНК-42

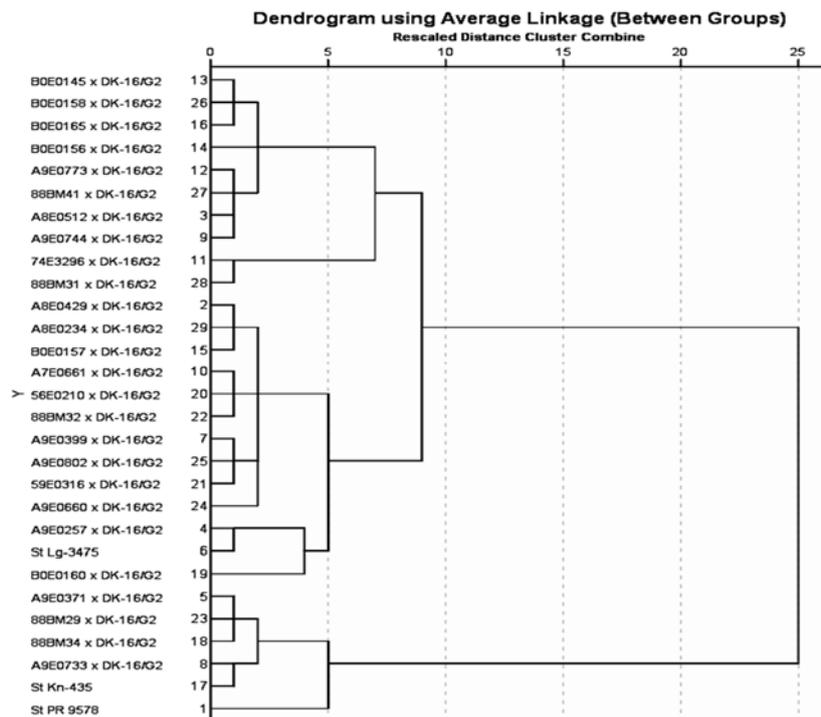
Признаци	Основни компоненти	
	PC1	PC2
Височина на растение, cm	<b>0,926</b>	
Брой листа над горния кочан	<b>0,877</b>	
Дължина на прикочанния лист, cm	<b>0,901</b>	
Ширина на прикочанния лист, cm	<b>0,899</b>	
Дължина на кочана, cm	<b>0,790</b>	
Брой редове в един кочан	<b>0,711</b>	
Дължина на зърното, mm		<b>0,897</b>
Маса на 1000 зърна, g		<b>-0,872</b>
Добив, kg/da	<b>0,639</b>	

Разпределението на проучваните признаци във факторната равнина (1x2) е представено на фиг. 2. Седем от тях попадат в положителния квадрант на първи и втори фактор. Признаците дължина на кочана и маса на 1000 зърна са в положителната част на първи фактор и в отрицателната на втори.



Фиг. 2. Проекция на изследваните признаци при кръстоските с баща РНК-42

Резултатите от клъстерирането на кръстоските с баща ДК-16/G2 са представени на фиг. 3. В зависимост от относителното разстояние между тях тесткросите се групират в един голям и един по-малък клъстер на ниво до 4. Разпределението на вариантите в подгрупи и тук е базирано на стойностите на средния добив, получен за съответната група.



Фиг. 3. Клъстериране на хибридите с баща ДК-16/G2, по комплекса от проучвани признаци

В първата подгрупа се отделят 5 кръстоски, със среден добив 270,9 kg/da. С доказано по-ниска стойност (212,8 kg/da) спрямо останалите варианти е кръстоска BOE0156 x DK-16/G2. В следващата подгрупа попадат 3 кръстоски, със среден добив 244,8 kg/da. В трета група се отделят кръстоски: 74E3296 x DK-16/G2 и 88BM31 x DK-

16/G2, показали най-ниска продуктивност от всички варианти в опита (132,3 kg/da). Четвъртата подгрупа включва 34,5% от изпитваните варианти, показали среден добив 367,2 kg/da. Кръстоска 59E0316 x DK-16/G2 доказано превишава средната стойност, получена в групата с 57,9 kg/da. Последната подгрупа от първи клъстер включва две кръстоски и стандарт Lg-3475.

Втората клъстерна група е по-малка и се разделя на 3 подгрупи: първата подгрупа включва 3 кръстоски, превишаващи по добив всички останали варианти в опита, а също и стандарти Lg-3475 и Kn-435. Във втората подгрупа се отделят A9E0733 x DK-16/G2 и стандарт Kn-435, с близки стойности по отношение на добива. В самостоятелна подгрупа се отделя стандарт PR-9578 с най-висока стойност на средния добив от всички останали варианти в опита (709,8 kg/da).

С помощта на анализа на главните компоненти при кръстоските с баща DK-16/G2 променливите са групирани в три значими компонента, тъй като с тях се обясняват 65,539% от общото вариране (Таблица 3).

Според първия основен компонент, обосноваващ 32,3% от общото вариране, най-силно влияние имат признаците: височина на растението, брой листа над кочана, дължина и ширина на листа и добив от декар (Таблица 4). С втория основен компонент се обясняват 19,9% от общото вариране. С най-високи коефициенти на корелация са признаците: брой редове, дължина на зърното и маса на 1000 зърна. Според третия основен компонент, чието влияние е от порядъка на 13,4% от общото вариране, определящо значение има дължината на кочана.

Получените в изследването резултати са сходни с тези на Иванов (2015), установени в географски район на страната, притежаващ различни климатични фактори (Русе), при проучване на други материали.

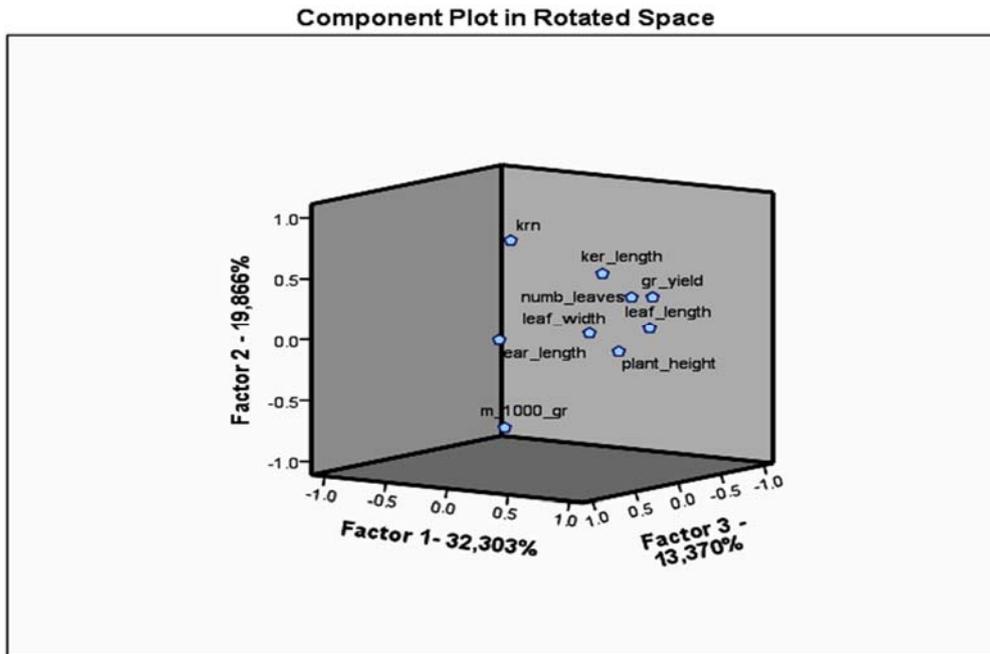
**Таблица 3.** Разпределение на общата вариация между компонентите при хибридите с баща DK-16/G2

Компонент	Начални стойности			Екстрахирани квадратни суми			Квадратни суми от завъртяно решение		
	Общо	% от варианса	Кумулиран процент	Общо	% от варианса	Кумулиран процент	Общо	% от варианса	Кумулиран процент
1	3,487	38,747	38,747	3,487	38,747	38,747	2,907	<b>32,303</b>	<b>32,303</b>
2	1,278	14,197	52,944	1,278	14,197	52,944	1,788	<b>19,866</b>	<b>52,169</b>
3	1,133	12,594	65,539	1,133	12,594	65,539	1,203	<b>13,370</b>	<b>65,539</b>

**Таблица 4.** Анализ на основните компоненти при F<sub>1</sub> царевични хибриди с бащина линия DK-16/G2

Признаци	Основни компоненти		
	PC1	PC2	PC3
Височина на растение, cm	<b>0,831</b>		
Брой листа над горния кочан	<b>0,654</b>		
Дължина на прикочанния лист, cm	<b>0,893</b>		
Ширина на прикочанния лист, cm	<b>0,591</b>		
Дължина на кочана, cm			<b>0,820</b>
Брой редове в един кочан		<b>0,810</b>	
Дължина на зърното, mm		<b>0,539</b>	
Маса на 1000 зърна, g		<b>-0,769</b>	
Добив, kg/da	<b>0,576</b>		

Пространствената визуализация на изследваните признаци, илюстрираща корелационните връзки между вариациите на признака при кръстоските с бащин родител DK-16/G-2, е представена на фигура 4.



Фиг. 4. Проекция на изследваните признаци при кръстоските с баща DK-16/G2

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Създаването на разнообразен изходен материал при селекцията на царевицата е основен момент, изискващ използването на различни методи както в процеса на създаване, така и при неговото проучване и подобряване.

Чрез използваните статистически методи се откриха кръстоски с доказано превъзходство над двата стандарта *Lg-3475* и *Kn-435* по отношение на добива. Не са установени тесткроси с по-висока продуктивност от тази на стандарт *PR-9578*. При три от експерименталните хибриди с баща DK-16/G2 обаче полученият среден добив от декар се доближава до този на стандарта.

Извършеният факторен анализ с прилагане метода на главните компоненти допринесе за редуцирането на големия брой корелационни променливи и свеждането им до малък брой основни фактори. Комбинираното използване на съпътстващите методи факторен и клъстер анализ позволява най-добра преценка и възможност за избор на търсени признаци, максимално отговарящи на поставените в селекционната програма цели и тяхното съчетаване в подходящ хибрид.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов К., С. Вълчинков. 2009. Проучване върху някои стопански качества на хибриди царевица от различни групи по вегетация. I. Вегетационен период и влага на прибиране. Растениевъдни науки, 46: 402-407.
2. Вълчинков С., П. Вълчинкова. 2001. Продуктивни възможности и адаптивни способности на оригинални и с модифицирани формули царевични хибриди. I Добив на зърно, параметри на стабилност и съпътстващи показатели. Юбилейна научна сесия 50 год. ДЗИ. Т. I, 199.

3. Генчев Г., М. Маринков, В. Йовчев, А. Огнянова. 1975. Биометрични методи в растениевъдството, генетиката и селекцията. Земиздат, София, 226-229.
4. Димова Д., Е. Маринков. 1999. Опитно дело и биометрия. Академично издателство на ВСИ. Пловдив. 194.
5. Иванов Л. Характеристика на самоопрашени линии царевица чрез методите кълстерен анализ и анализ на компонентите. 2014. Изследвания върху полските култури. FCS. Т. IX-1, 49-56.
6. Иванов Л., Ст. Вълчинков. 2015. Селекционна оценка на топкрос хибриди царевица с бащина линия 139 96В, чрез методите кълстерен анализ и анализ на компонентите. ИСУ – Русе, т.7, 43-49.
7. Петровска Н., И. Генова. 2010. Корелационни и регресионни зависимости между добив зърно и комбинативна способност за добив и елементи на добива при средно ранни самоопрашени линии царевица. Растениевъдни науки, 47: 3-6.
8. Славова Г. 2015. Производство на царевица в Европа, България и света, възможности и тенденции на развитие. Изв. СУ-Варна. 57-64.
9. Ahmad I. A., F. Muhammad, Butt M. S., Hussain Sh., Khan M. Issa. 2008. Predictive Modeling of Spring Wheat Varieties by Cluster Analysis, International Journal of Food properties, 11: 310-320.
10. Ashofteh-Beiragi M., SiahSar B.A., Khavari Kh. S., Golbashy M., Mahdi N., N., Ali Zade A. 2010. Effects of genotype by environment interactions on morphological traits, yield and yield components of new grain corn (*Zea mays* L.) varieties. Journal of Agroecology 2(1):136-145.
11. Philippeau G. 1990. In „Principal component analysis: How to use the results,, ITCF, Paris, 9.