

**ХАРАКТЕРИСТИКА НА САМООПРАШЕНИ ЛИНИИ ЦАРЕВИЦА,  
ЧРЕЗ МЕТОДИТЕ КЛАСТЪРЕН АНАЛИЗ  
И АНАЛИЗ НА КОМПОНЕНТИТЕ**

**Любомир Иванов**

Институт по земеделие и селскостопанско образование - Образцов чифлик, Русе

**Резюме**

*Иванов Л., 2014. Характеристика на самоопрашени линии царевица, чрез методите кластерен анализ и анализ на компонентите. FCS 9(1): 49-56*

Целта на настоящата работа е чрез съвместното прилагане на съпътстващите методи кластерен анализ и анализ на компонентите да се извърши характеристика на самоопрашени линии царевица, от различни групи на зрялост и генетична принадлежност, за да се подобри селекционната работа с тях.

През периода 2010-2012 г. в опитното поле на ИЗС „Образцов чифлик“-Русе е извършено изпитване на 25 самоопрашени царевични линии от различни хетерозисни групи. Изследването включва линиите “AA5” (друга), “AA156” (друга), “AA243” (друга), “AB124” (друга), “AC16” (друга), “AM5” (друга), “AM19” (друга), “AM21” (L), “AM30” (SSS), “LRL100” (друга), “LRL101” (друга), “BG25” (друга), “BG44” (L), “BG50” (друга), “BG78” (друга), “BG110” (друга), “BG114” (друга), “LRL102” (друга), “LRL103” (друга), “H108” (L), “LRL104” (друга), “LRL105” (друга), “139 96B (I), “26A” (близка до „L“) и “24 87B (R)“.

Приложен е кластерен анализ и анализ на компонентите по 10 селекционни признака на база средните им стойности за тригодишния период.

Резултатите показват, че линиите “24 87B”, “LRL105”, “LRL104” и “H 108”, са подходящи за включване в селекционни схеми за създаване на хибриди за силаж, и са носители на гени свързани с признаците за вегетативната маса на царевицата. Като донори на признака дължина на кочана може да се използват линиите “AM30”-17,3 cm и “AA243”-17,3 cm. За дължина на зърното най-подходяща в селекционно отношение е линия “LRL101”-11mm, а с най-висока маса на 1000 зърна е линия “LRL104”-336,8 g. Най-къс период поникване - изсвиляване показва линия “BG50”-54дни, а най-дълъг линия “AB 124”-74дни.

Към генетически най-отдалечените групи се отнасят линиите от първа и пета група. Кръстоските между линиите от тези две групи ще са най-ефективни. Съвместното прилагане на кластер анализа и анализа на основните компоненти показва, че най – ефективна би била селекционната работа, по признаците дължина на зърното, маса на зърното в кочана, дължина на прикочанния лист, височина на залагане на горния кочан, период поникване-изсвиляване и маса на 1000 зърна.

**Ключови думи:** кластерен анализ - анализ на компонентите- самоопрашени линии царевица

## Abstract

*Ivanov.L., 2014. Characteristics of inbred maize lines via the methods "cluster analysis" and "analysis of components". FCS 9(1): 49-56*

The objective of the present work was characteristics to be made of inbred maize lines from different groups of ripeness and genetic affiliation via combined application of the accompanying methods Cluster analysis and Analysis of the components in order the breeding work with them to be improved.

During the period 2010 – 2012 at the Experimental field of IASS "Obraztsov Chiflik" - Rousse testing was carried out of 25 inbred maize lines from different heterosis groups. The study included the lines: "AA5" (other), "AA156" (other), "AA243" (other), "AB124" (other), "AC16" (other), "AM5" (other), "AM19" (other), "AM21" (L), "AM30" (SSS), "LRL100" (other), "LRL101" (other), "BG25" (other), "BG44" (L), "BG50" (other), "BG78" (other), "BG110" (other), "BG114" (other), "LRL102" (other), "LRL103" (other), "H108" (L), "LRL104" (other), "LRL105" (other) "139 96B" (I), "26A" (close to "L") and "24 87B" (R).

Cluster analysis and Analysis of the components were made of 10 breeding traits using their average values for the three-year period.

The results showed that the lines "24 87B", "LRL105", "LRL104" and "H108", were appropriate for inclusion in breeding schemes to create hybrids for silage, and those lines were carriers of genes associated with the features of the vegetative mass of maize. The lines "AM30" -17,3 cm and "AA243" -17,3 cm could be used as donors of the trait "length of the maize ear". Line "LRL101" -11mm was the most appropriate in terms of breeding for "length of the grain", and the highest mass of 1000 grains was determined in line "LRL104" - 336,8 g. The shortest period "emergence – silk formation" was observed in line "BG50" - 54 days, and the longest one - in line "AB 124" - 74 days.

Lines from first and fifth groups referred to the outermost distant genetically groups. Crosses between the lines of those two groups would be the most effective. The jointly application of the Cluster analysis and the Analysis of the main components showed that the breeding work would be the most effective in traits: grain length, grain mass in the maize ear, length of maize ear leaf, height of the top maize ear formation, period "emergence - silk-formation", and mass of 1000 grains.

**Key words:** Cluster analysis - Analysis of the components - inbred lines

## УВОД

Изследването на селекционни материали и сортове чрез кластърен анализ дава възможност на селекционерите да планират и вземат по добре адекватни решения за развитие на своите селекционни програми (Ahmadat at al 2008). В тази връзка различните автори предлагат използването на разнообразни многомерни методи за статистически анализ (Brown S., 1991; Jorge F, 2003) .

Петровска и Димова (2010, 2012) извършват анализ и оценка на самоопрашени линии и синтетични популации царевица, създадени и подобрили в ИЦ – Кнежа, чрез съвместно прилагане на кластърен анализ и анализ на основните компоненти, като съпътстващи методи. Резултатите от кластърния анализ могат да послужат при избора на изходен материал за получаване на родителски компоненти (самоопрашени линии) в хетерозисната селекция при царевицата.

Комбинираното използване на двата метода 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 (Димова и Божинов, 2002) .

Целта на настоящата работа е чрез съвместно прилагане на съпътстващите методи кластърен анализ и анализ на компонентите да се извърши характеристика

на изследваните самоопрашени линии царевица, от различни групи на зрялост и генетична принадлежност, за да се подобри селекционната работа с тях.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През периода 2010-2012г. в Опитното поле на ИЗС „Образцов чифлик“-Русе е извършено изпитване на 25 самоопрашени царевични линии от различни хетерозисни групи (L)-Ланкастър, (SSS)-Стиф Столк Синтетик, (I)-Айодент, (R)-Рейд и (друга)-неизвестна група. Опитна е заложен по блоков метод в три повторения, 25 варианта (Шанин, 1977) с големина на реколтната парцелка 10 m<sup>2</sup> при гъстота 5500 растения/ да.

Изследването включва линиите “AA5” (друга), “AA156” (друга), “AA243” (друга), “AB124” (друга), “AC16” (друга), “AM5” (друга), “AM19” (друга), “AM21” (L), “AM30” (SSS), “LRL100” (друга), “LRL101” (друга), “BG25” (друга), “BG44” (L), “BG50” (друга), “BG78” (друга), “BG110” (друга), “BG114” (друга), “LRL102” (друга), “LRL103” (друга), “H108” (L), “LRL104” (друга), “LRL105” (друга), “139 96B (I), “26A” (близка до „L“) и “24 87B (R)”.

За всеки от изпитваните варианти са анализирани по 30 растения (10 от всяко повторение) и същия брой кочани. Дисперсионния анализ е извършен (по Шанин, 1977).

Приложен е кластерен анализ и анализ на компонентите (Dubes & Jain, 1980) чрез компютърна програма „SISTAT“, по изследваните признаци на база средните им стойности за тригодишния период.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

**Таблица 1.** Средни стойности на признаците: дължина на прикочания лист, ширина на прикочания лист, маса на зърното в кочана, обща височина на растението и период поникване – изсвиляване, 2010-2012 г.

**Table 1.** Average values of the traits: length of the ear leaf, width of the ear leaf, grain mass per a maize ear, total height of the plant, emergence - silking period, 2010-2012.

| Линии<br>Lines | Признаци<br>Traits | Дължина на<br>прикочания<br>лист, (cm)<br>Length of the ear<br>leaf, (cm) | Ширина на<br>прикочания<br>лист, (cm)<br>Width of the ear<br>leaf, (cm) | Маса на зърното<br>в кочана, (g)<br>Grain mass per a<br>maize ear, (g) | Обща височина<br>на растението,<br>(cm)<br>Total height of the<br>plant, (cm) | Период<br>поникване<br>– изсвиляване<br>Emergence<br>– silking period |
|----------------|--------------------|---|---|--|---|---|
| AA5            |                    | 57,8  | 11,1  | 26,4   | 152,7   | 65  |
| AA156          |                    | 70,1  | 8,8   | 79,5   | 124,9   | 69  |
| AA243          |                    | 74,1  | 10,5  | 80,9   | 127,4   | 69  |
| AB124          |                    | 67,7  | 10,5  | 63,0   | 148,7   | 74  |
| AC16           |                    | 63,5  | 10,8  | 68,7   | 162,9   | 64  |
| AM5            |                    | 62,3  | 9,9   | 54,5   | 146,3   | 61  |
| AM19           |                    | 64,7  | 8,8   | 41,0   | 150,3   | 63  |
| AM21           |                    | 61,2  | 9,8   | 61,8   | 126,6   | 58  |
| AM30           |                    | 71,0  | 8,8   | 72,0   | 158,2   | 60  |
| BG25           |                    | 60,0  | 9,8   | 82,4   | 158,6   | 59  |
| BG44           |                    | 62,0  | 10,3  | 67,9   | 147,3   | 57  |
| BG50           |                    | 60,0  | 9,8   | 66,5   | 142,8   | 54  |

Таблица 1. (Продължение ...)  
Table 1. (Continued)

| Линии<br>Lines | Признаци<br>Traits | Дължина на<br>прикочания<br>лист, (cm)<br>Length of the ear<br>leaf, (cm) | Шири-на на<br>прикочания<br>лист, (cm)<br>Width of the ear<br>leaf, (cm) | Маса на зърното<br>в кочана, (g)<br>Grain mass per a<br>maize ear, (g) | Обща височина<br>на растението,<br>(cm)<br>Total height of the<br>plant, (cm) | Период<br>поникване<br>–<br>изсвияване<br>–<br>Emergence<br>–<br>silking period |
|----------------|--------------------|---|--|--|---|---|
| BG78           |                    | 54,1  | 9,6  | 49,1   | 113,7   | 60  |
| BG110          |                    | 72,7  | 10,2   | 63,8   | 170,3   | 69  |
| BG114          |                    | 62,1  | 9,7  | 55,3   | 140,6   | 59  |
| H108           |                    | 60,9  | 10,3   | 71,6   | 167,0   | 66  |
| LRL100         |                    | 70,5  | 10,8   | 83,1   | 142,2   | 68  |
| LRL101         |                    | 62,0  | 9,9  | 91,3   | 166,3   | 60  |
| LRL103         |                    | 72,2  | 10,2   | 90,8   | 150,3   | 66  |
| LRL104         |                    | 62,9  | 12,1   | 57,4   | 148,6   | 71  |
| LRL105         |                    | 69,8  | 12,2   | 90,8   | 147,5   | 68  |
| LRL102         |                    | 59,9  | 9,9  | 51,3   | 118,7   | 57  |
| 139 96B        |                    | 71,9  | 9,3  | 74,5   | 155,1   | 63  |
| 26A            |                    | 74,0  | 9,3  | 102,3  | 156,6   | 62  |
| 24 87B         |                    | 74,5  | 9,5  | 76,0   | 155,0   | 66  |

Чрез съвместно прилагане на съпътстващите методи класърен анализ и анализ на компонентите е извършена характеристика на изследваните самоопрашени линии царевица от различни групи на зрялост и генетична принадлежност с цел да се подобри селекционната работа с тях.

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).

Данните за средните стойности на изследваните признаци за периода на изследването (2010–2012) г. са представени на таблици 1 и 2. Резултатите показват, че линиите “24 87B”, “LRL105”, “LRL104” и “H108”, са подходящи за включване в селекционни схеми за създаване на хибриди за силаж, и са носители на гени свързани с признаците за вегетативната маса на царевицата.

Като донори на признака дължина на кочана може да се използват линиите “AM30”-17,3 cm и “AA243”-17,3 cm. По признака дължина на зърното най-подходяща в селекционно отношение е линия “LRL101”-11mm, а за увеличаване на броя редове в кочана, линия “AA156”.

Най-висока маса на 1000 зърна се наблюдава при линия “LRL104”-336,8 g, а с най-висока маса на зърното в кочана е линия “26A”-102,3 g.

По отношение на периода поникване - изсвияване с най-къс такъв е линия BG50-54дни, а с най-дълъг линия “AB124”-74дни.

**Таблица 2.** Средни стойности на признаците: дължина на зърното, маса на 1000 зърна, брой редове, дължина на кочана и височина на залагане на горния кочан, 2010-2012 г.

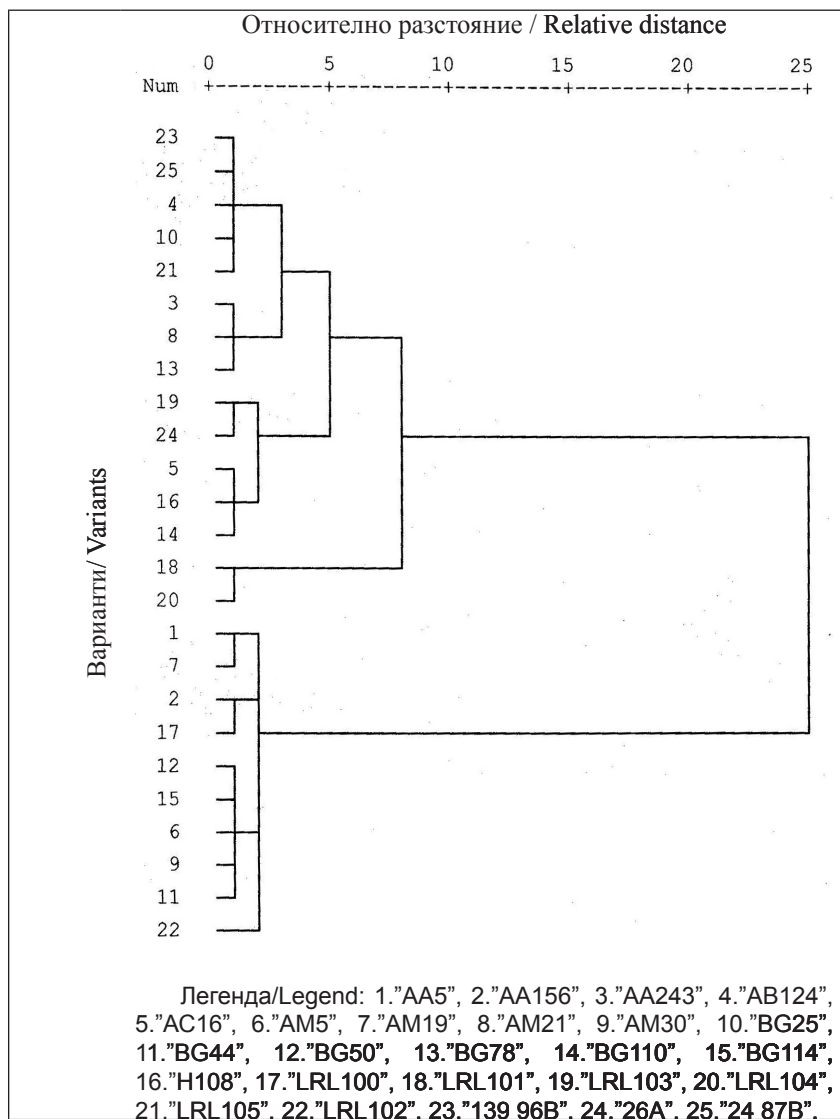
**Table 2.** Average values of the traits: length of the grain, mass of 1000 grains (MVK), number of rows, length of the maize ear and height of the top ear, 2010-2012.

| Линии<br>Lines | Признаци<br>Traits | Дължина на зърното, (mm)<br>Length of the grain, (mm) | Маса на 1000 зърна, (g)<br>MVK, (g) | Брой редове<br>Number of rows | Дължина на кочана, (cm)<br>Length of the maize ear, (cm) | Височина на залагане на горния кочан, (cm)<br>Height of the top ear (cm) |
|----------------|--------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------|--|--|
| AA5            |                    | 5,8   | 195,5                               | 12,8                          | 11,1   | 64,3   |
| AA156          |                    | 8,7   | 214,5                               | 19,1                          | 11,0   | 42,0   |
| AA243          |                    | 8,1   | 256,8                               | 13,2                          | 17,3   | 46,7   |
| AB124          |                    | 7,9   | 274,8                               | 13,7                          | 14,8   | 58,8   |
| AC16           |                    | 8,4   | 240,6                               | 12,7                          | 15,7   | 65,9   |
| AM5            |                    | 7,6   | 188,6                               | 11,9                          | 13,7   | 53,7   |
| AM19           |                    | 6,9   | 213,4                               | 11,8                          | 14,1   | 55,1   |
| AM21           |                    | 8,4   | 281,0                               | 12,8                          | 11,8   | 40,9   |
| AM30           |                    | 7,6   | 203,3                               | 14,6                          | 17,3   | 51,0   |
| BG25           |                    | 8,7   | 269,8                               | 14,2                          | 12,3   | 51,3   |
| BG44           |                    | 8,1   | 215,7                               | 12,6                          | 15,4   | 38,0   |
| BG50           |                    | 7,8   | 192,7                               | 15,4                          | 12,4   | 41,1   |
| BG78           |                    | 7,2   | 246,1                               | 13,5                          | 12,9   | 32,4   |
| BG110          |                    | 7,4   | 229,3                               | 12,1                          | 16,0   | 76,4   |
| BG114          |                    | 8,5   | 200,6                               | 16,7                          | 12,3   | 46,0   |
| H108           |                    | 10,2  | 236,6                               | 12,5                          | 14,2   | 67,6   |
| LRL100         |                    | 9,6   | 212,5                               | 18,1                          | 13,9   | 69,6   |
| LRL101         |                    | 11,0  | 335,5                               | 13,5                          | 10,9   | 59,3   |
| LRL103         |                    | 10,5  | 245,0                               | 16,4                          | 13,0   | 61,9   |
| LRL104         |                    | 10,0  | 336,8                               | 14,8                          | 8,8  | 69,8   |
| LRL105         |                    | 8,8   | 277,4                               | 12,2                          | 15,8   | 62,4   |
| LRL102         |                    | 8,0   | 167,5                               | 13,2                          | 12,2   | 44,3   |
| 139 96B        |                    | 9,0   | 291,6                               | 12,9                          | 13,8   | 55,4   |
| 26A            |                    | 10,3  | 251,7                               | 16,4                          | 14,8   | 51,9   |
| 24 87B         |                    | 9,6   | 295,3                               | 15,4                          | 13,7   | 54,5   |

От дендрограмата на фиг. 1 е видно, че в зависимост от относителното разстояние между тях, линиите образуват два големи кластера и се разделят в пет кластерни групи:

1. Първи кластер:
  - а) първа група "139 96B" (I), "24 87B" (R), "AB124" (друга), "BG25" (друга), "LRL105" (друга).
  - б) втора група "AA243" (друга), "AM21" (L) и "BG78" (друга)
  - в) трета група "LRL103" (друга), "26A" (близка до „L"), "AC16" (друга), "H108" (L), "BG110" (друга).
  - г) четвърта група "LRL101" (друга) и "LRL104" (друга)
2. Втори кластер
  - а) пета група "AA5" (друга), "AM19" (друга), "AA156" (друга), "LRL100" (друга),

“BG50” (друга), “BG114” (друга), “AM5” (друга), “AM30” (SSS), “BG44” (L), и “LRL102” (друга).



**Фигура 1.** Кластериране на генотиповете по комплекса от проучвани признаци.  
**Figure 1.** Clustering of the genotypes by the complex of the traits studied.

Към генетически най-отдалечените групи се отнасят линиите от първа и пета група.

Силата на влияние на проучваните 10 признака в посоченото кластериране е установена, чрез прилагането на анализа на основните компоненти. От възможните 10 компонента, съответстващи на броя на изследваните признаци, анализът е представен до четвъртия, тъй като с тях се обясняват 98% от общото вариране таблица 3.

Според първия основен компонент, обясняващ 55,22% от общото вариране, влияние оказват и десетте признака, като най - силно влияят признаците дължина

на зърното, маса на зърното в кочана, дължина на прикочанния лист, височина на залагане на горния кочан, период поникване-изсвиляване и маса на 1000 зърна.

С втория основен компонент се обясняват 20,85% от общото вариране. С най – високи коефициенти на корелация са признаците брой редове, ширина на прикочанния лист, височина на залагане на горния кочан, маса на зърното в кочана и дължина на зърното.

**Таблица 3.** Анализ на основните компоненти при кластериране на самоопрашените линии.

**Table 3.** Analysis of the main components in clustering of inbred lines.

| Признаци<br>Traits   | Основни компоненти (Кластери)<br>Main components (Clusters) |        |        |        |
|--|---|--------|--------|--------|
|  | 1   | 2      | 3      | 4      |
| 1. Дължина на зърното, (mm)<br>Length of the grain, (mm)                             | 0,713   | 0,449  | -0,360 | -0,248 |
| 2. Маса на 1000 зърна, (g)<br>MVK, (g)   | 0,618   | -0,006 | -0,463 | -0,264 |
| 3. Брой редове<br>Number of rows in the ear  | 0,209   | 0,731  | -0,159 | 0,459  |
| 4. Дължина на кочана, (cm)<br>Length of the maize ear, (cm)                          | 0,189   | -0,131 | 0,895  | -0,081 |
| 5. Височина на залагане на горния кочан,<br>(cm)<br>Height of the ear location, (cm) | 0,692   | -0,577 | -0,032 | 0,075  |
| 6. Дължина на прикочанния лист, (cm )<br>Length of the ear leaf, (cm)                | 0,694   | 0,264  | 0,531  | 0,249  |
| 7. Ширина на прикочанния лист, (cm)<br>Width of the ear leaf, (cm)                   | 0,350   | -0,591 | -0,394 | 0,231  |
| 8. Маса на зърното в кочана, (g)<br>Mass of the grain, (g)                           | 0,711   | 0,552  | 0,123  | -0,208 |
| 9. Обща височина на растението, (cm)<br>Height of the plants, (cm)                   | 0,580   | -0,361 | 0,175  | -0,504 |
| 10. Период поникване – изсвиляване<br>Vegetation period (days till - silking)        | 0,652   | -0,314 | 0,014  | 0,603  |
| % от общия вариант<br>% of total variance  | 55,22   | 20,85  | 11,42  | 10,10  |

Според третия основен компонент, чието влияние е от порядъка на 11,42%, определящо е значението на признаците дължина на кочана, дължина на прикочанния лист, маса на 1000 зърна ширина на прикочанния лист и дължина на зърното.

Влиянието на четвъртия основен компонент е в размер на 10,10%. Най – съществено според него е значението на признаците период поникване – изсвиляване, брой редове и обща височина на растението.

## ИЗВОДИ

1. Линиите “24 87B”, “LRL105”, “LRL104” и “H108”, са подходящи за включване в селекционни схеми за създаване на хибриди за силаж, и са носители на гени свързани с признаците за вегетативната маса на царевичата.

2. Като донори на признака дължина на кочана може да се използват линиите “AM30”-17,3 cm и “AA243”-17,3 cm.

3. По признака дължина на зърното най-подходяща в селекционно отношение е

линия "LRL101"-11mm, а с най-висока маса на 1000 зърна е линия "LRL104"-336,8 g.

4. Най-къс периода поникване - изсвляване показва линия "BG50"-54дни, а най-дълъг линия "AB124"-74дни.

5. Към генетически най-отдалечените групи се отнасят линиите от първа и пета група. Кръстоските между линиите от тези две групи ще са най-ефективни.

6. Тенденцията от съвместното прилагане на кластер анализа и анализа на основните компоненти показва, че най – ефективна би била селекционната работа, насочена към отбор по признаците дължина на зърното, маса на зърното в кочана, дължина на прикочанния лист, височина на залагане на горния кочан, период поникване-изсвляване и маса на 1000 зърна.

## ЛИТЕРАТУРА

- Димова Д., Б. Божинов, 2002.** Приложение на кластерния анализ и анализа на основните компоненти за оценка на селекционни материали – сб. «50 години Добруджански земеделски институт» – Юбилейна научна сесия, стр. 308-312.
- Петровска Н., Д. Димова., 2010.** Анализ и оценка на синтетични популации царевица, произлезли от различни цикли на рекурентна селекция. Сп. „Растениевъдни науки”, кн. No 6, стр. 503 – 507.
- Петровска, Н., Д. Димова, 2012.** Анализ и оценка на самоопрашени линии царевица от различни групи на зрялост. Сп. Аграрни науки, год., IV, бр. 11, стр. 125 –129.
- Шанин Й., 1977.** Методика на полския опит, Издателство на БАН. София
- Ahmad, Ijaz Anjum, Faqir Muhammad, Butt, Masood Sadiq Hussain, Shahzad Khan, Muhammad Issa 2008.** Predictive Modeling of Spring Wheat Varieties by Cluster Analysis, International Journal of Food properties, 11: 310-320.
- Brown Steven J., 1991.** Principal Component and Cluster Analyses of Cotton Cultivar Variability across the U. S. Cotton Belt Crop Sci 31:915-922.
- Dubes, R., and A.K. Jain, 1980.** Cluster Methodologies in Exploratory Data Analysis. In: Advances in Computers, Acad. Press, New York, vol. 19, p. 113-228.
- Philippeau, G., 1990.** In: „Principal component analysis: How to use the results, , ITCF, Paris, p.9.
- Jorge F. J. Crossa, S. Taba, H. Shands, 2003.** A Multivariate Method for Classifying Cultivars and Studying Grop x Environment x Trait Interaction, Crop Science 43:1249-1258.