

## Приложение на клъстерен анализ и анализ на основните компоненти при ампелографски изследвания на безсеменни сортове лози

**Венелин Ройчев\*, Нели Керанова**

Аграрен университет-Пловдив

\*E-mail: roytchev@yahoo.com

### Резюме

Чрез клъстерен анализ и анализ на основните компоненти (РСА) е извършено изследване на фенотипната близост и отдалеченост на 18 десертни безсеменни сорта лози. Установено е, че според *фенологичните* им показатели те се групират в три клъстера, в зависимост от *агробιοιολογичните* си особености - в четири клъстера, според *технологичните* им характеристики - в четири клъстера. Изследваните безсеменни сортове се подреждат в четири клъстера в зависимост от трите групи показатели - фенологични, агробιοιολογични и технологични. Първият включва тези от тях, които се характеризират с малка *дължина* и *ширина на зърно* и *средна маса на 100 зърна*, умерено съдържание на *захари*, слаба устойчивост на *откъсване* и *налягане*; вторият - с максимална *средна маса на грозд*, висока *средна маса на 100 зърна* и голям *среден добив от декар*; в третия - с висок процент на *мезокарп* в зърното; в четвъртия – с най-кратка фенофаза *напъване* и най-висок *среден добив от лоза* и *от декар*. Трите групи показатели се трансформират до седем фактора, обясняващи 87,015% от общата дисперсия.

**Ключови думи:** безсеменни сортове лози; ампелографски показатели; клъстерен анализ; анализ на основните компоненти

## Application of cluster analysis and principal component analysis in ampelographic research of seedless vine cultivars

**Venelin Roychev\*, Neli Keranova**

Agricultural University - Plovdiv, Bulgaria

\*E-mail: roytchev@yahoo.com

### Citation

Roychev, V., & Keranova, N. (2021). Application of cluster analysis and principal component analysis in ampelographic research of seedless vine cultivars. *Rastenievadni nauki*, 58(4) 68-77 (Bg).

### Abstract

The phenotypic similarity and remoteness of 18 table seedless vine cultivars have been studied by means of Cluster Analysis and Principal Component Analysis (PCA). It has been found that, according to their phenological indices, they can be divided into three clusters; according to their agrobiological characteristics – into four clusters; according to their technological parameters – into four clusters. The researched seedless cultivars are arranged in four clusters depending on the three groups of indices – phenological, agrobiological and technological. The first cluster includes those of the cultivars which are characterized by small berry length and width and average weight of 100 berries, moderate sugar contents, low resistance to picking and pressure; the second one – the cultivars with maximum average cluster weight, high average weight of 100 berries and high average yield per decare; the third one – the cultivars with high percentage of mesocarp in the berry; the fourth one – the cultivars having the shortest budding phenophase and the highest average yield per vine and per decare. The three groups of indices are transformed into seven factors, explaining 87,015% of the total dispersion.

**Key words:** seedless vine cultivars; ampelographic indices; Cluster Analysis; Principal Component Analysis (PCA)

## ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на методи, позволяващи по-комплексната оценка на фенотипната изменчивост при повече сортове лози и изследвани признаци, придобива все по-голямо научно и приложно значение. Клъстерният анализ и анализът на основните компоненти (РСА) се прилагат в лозарството при извършване на сравнителни изследвания по количествени признаци между повече сортове. Те дават възможност да се направи интерпретация и оценка на фенотипното им сходство и разнообразие в зависимост от целта – ампелографска, агротехническа или селекционна. Едновременното провеждане на двата допълващи се анализа осигурява обективност на изследването, тъй като позволява получаването на по-задълбочена информация за характера и значимостта на отделните признаци при групирането на генотиповете (Molle & Krastanova, 1987; Labra et al., 2002; Lohitnavy et al., 2010; Ibacache et al., 2016; Abiri et al., 2020). Известно е, че се използват в селекцията на лозата за определяне на най-подходящите семенни и безсеменни сортове в хибридни комбинации за получаване на нови, ценни елитни десертни форми. Ефективно приложение намират и в ампелографията за таксономични оценки и фенограми на лозови сортове, за определяне на фенотипната вариабилност на агробиологични и технологични показатели, палинобиометрични изследвания и др. (Troshin et al., 1998; Goto-Yamamoto, 2000; Cervera et al., 2002; Liu, et al., 2006; Huai-Feng Liu et al., 2006; Roychev et al., 2007, 2008). Целта на това изследване е да се определи и анализира фенотипното сходство и отдалеченост на група безсеменни сортове лози по стопански важни ампелографски признаци.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В изследването са включени 18 безсеменни сорта лози, отглеждани в Ампелографския асортимент на катедра Лозарство към Аграрен Университет-Пловдив. В продължение на пет последователни години за всеки сорт са определяни по три групи ампелографски показатели - *фенологични, агробиологични и технологични* (Roychev, 2012). Приложена е комбинация от два

математико-статистически метода - йерархичен клъстерен анализ и факторен анализ. Тези два подхода дават възможност за групиране на проучваните сортове според степента на сходство по посочените показатели в сравнително еднородни групи и тяхното качествено описание. Така се получава оптимална информация за обективна оценка на ампелографските характеристики на изследваните сортове лози и възможност за най-доброто им съчетаване при бъдещи селекционни практики.

Клъстерният анализ е проведен по агломеративният метод на Ward, а мярка за сходство е квадратичното евклидово разстояние. Данните са предварително стандартизирани, а резултатите са представени графично чрез дендрограма. Определена е последователността на обединяване на обектите в съответните клъстери. За установяване на признаците, оказващи влияние върху групирането на сортовете, е приложен анализ на основните компоненти (РСА) и стандартния метод на въртене Varimax. Математическата обработка на данните е извършена чрез програмния продукт IBM Statistics SPSS 24 (Landau & Everitt, 2004; Everitt & Hothorn, 2004).

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

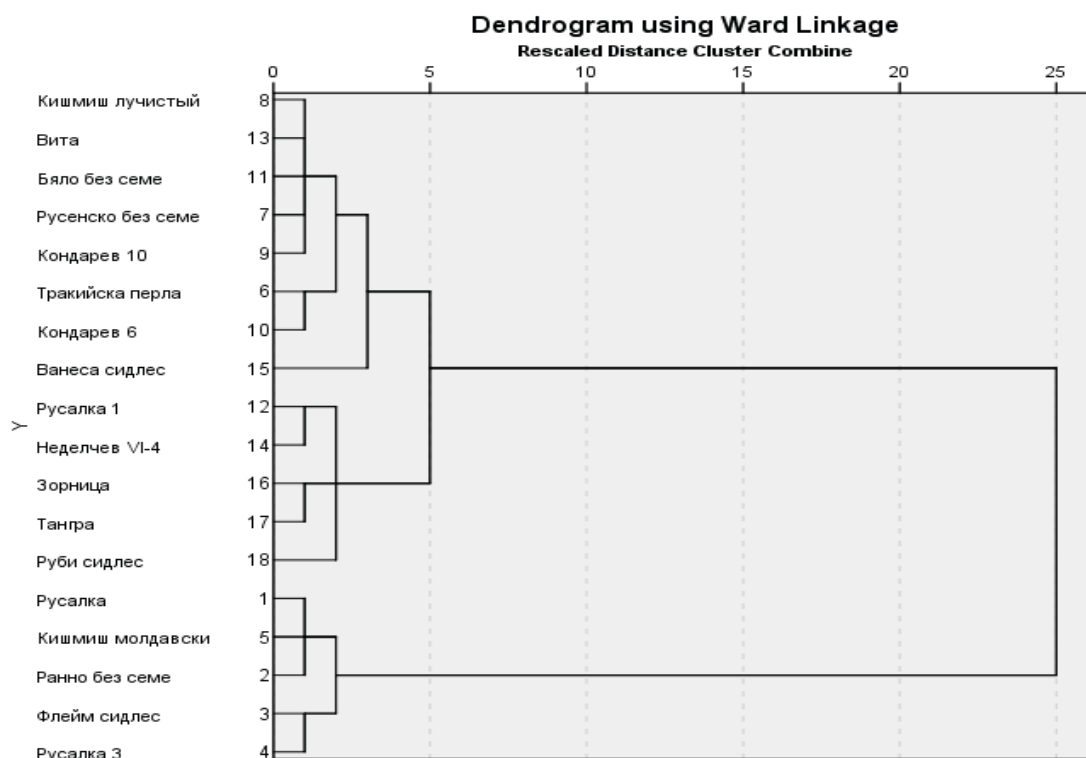
Резултатите от проведения клъстерен анализ в зависимост от степента на сходство на *фенологичните* характеристики показват, че изследваните безсеменните сортове лози се групират в три клъстера (Фиг. 1). В първия от тях преобладават сортовете с по-голяма продължителност на фенофазата *нарастване на зърното* - Кишмиш лучистый, Вита, Бяло без семе, Русенско без семе, Кондарев 10, Тракийска перла, Кондарев 6 и Ванеса сидлес, при който тя е най-голяма - 66 дни. Тези сортове имат по-кратък период на *напъване-цъфтеж* и средна продължителност на *цъфтеж-прошарване (омекване) на зърното, прошарване (омекване) на зърното-технологична зрялост и напъване-технологична зрялост*. Сортовете Русалка 1, Неделчев VI-4, Зорница, Тангра и Руби сидлес формират втория клъстер, поради по-продължителните периоди на *прошарване (омекване) на зърното-технологична зрялост*, достигащ 65 дни при Руби сидлес

и *напъване-технологична зрялост* - 175 дни при Тангра и 176 дни при Руби сидлес. Сортовете със средна продължителност на фенофазите *напъване* и *цъфтеж* формират третия клъстер - Русалка, Кишмиш молдавски, Ранно без семе, Флейм сидлес и Русалка 3. Те се характеризират и с по-кратка фенофаза *нарастване на зърното* и по-продължителен период на *напъване-цъфтеж*, който при Ранно без семе достига до 71 дни. Друга особеност е по-бързото протичане на периода *цъфтеж-прошарване (омекване) на зърното*, като при Русалка той е 45 дни. Сортовете в този клъстер се отличават и с по-кратки периоди на *прошарване (омекване) на зърното-технологична зрялост* и *напъване-технологична зрялост*, като при Русалка те са съответно 29 дни и 132 дни.

Установи се, че изследваните фенологични показатели се трансформират до три основни компоненти (Табл. 1). Те оказват влияние върху групирането на сортовете в клъстери и обясняват 74,73% от общото вариране. Най-важният за

продължителността на вегетационния период на сортовете, първи компонент, включва *напъване, цъфтеж, прошарване (омекване) на зърното* и *нарастване на зърното*, които определят 36,14% от общата дисперсия. Вторият се състои от *напъване-цъфтеж, цъфтеж-прошарване (омекване) на зърното* и *прошарване (омекване) на зърното-технологична зрялост* (22,3%), а последният - от *напъване-технологична зрялост* (16,3%).

Според *агробиологичните* си особености, безсеменните сортове лози се обособяват в четири клъстера (Фиг. 2). Първият и най-обширен включва Кондарев 10, Тангра, Русалка 1, Тракийска перла, Русалка 3, Вита, Зорница, Неделчев VI-4 и Кишмиш молдавски. Тези сортове се характеризират с нисък процент на *развити очи* - при Кондарев 10 – 61,96% и *плодни леторасли* - Неделчев VI-4 – 53,9%, както и със средни стойности на *добив от лоза* и *добив от декар*. Флейм сидлес и Кондарев 6 имат висок *среден добив от лоза* - 8,632 kg и 8,500 kg и *среден до-*



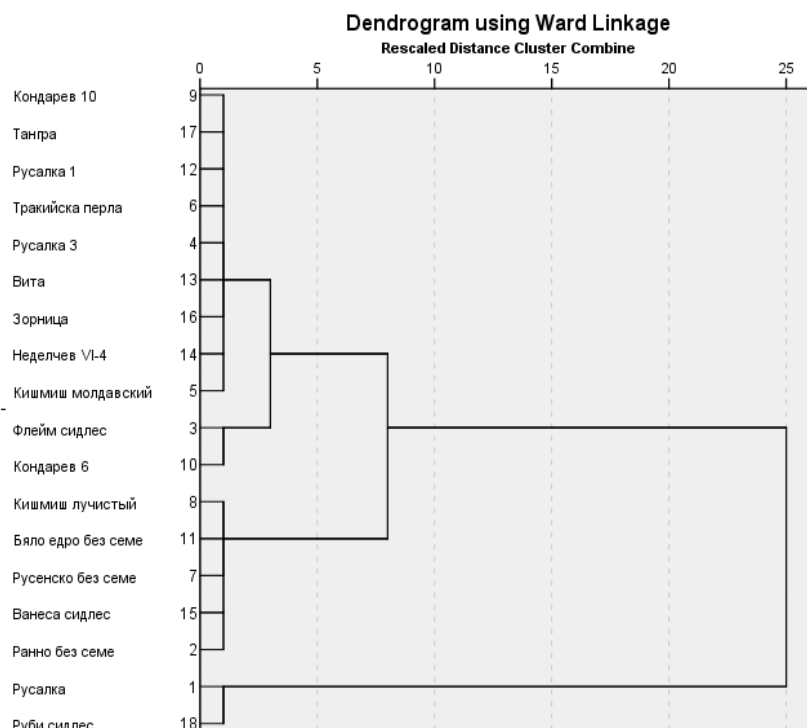
**Фигура 1.** Дендрограма - клъстеризация на безсеменните сортове лози според *фенологичните* им показатели

**Figure 1.** Dendrogram for the clustering of seedless varieties according to *phenological* indicators

**Таблица 1.** Факторна матрица за *фенологичните* показатели (дни) на изследваните безсеменни сортове лози

**Table 1.** Factor matrix for the *phenological* indicators of the studied seedless vine varieties

Показатели / Indicators	Rotated Component Matrix		
	1	2	3
Напъване / Budding	0,910		
Цъфтеж / Flowering	0,840		
Прошарване (омекване) на зърното / Veraison (softening) of the grape	0,831		
Нарастване на зърното/ Grape growth	0,694		
Напъване - цъфтеж / Budding - Flowering		-0,696	
Цъфтеж - прошарване (омекване) на зърното / Flowering - Veraison (softening) of the grape		0,674	
Прошарване (омекване) на зърното - технологична зрялост / Veraison (softening) of the grape –Technological maturity		0,597	
Напъване - технологична зрялост / Budding - technological maturity			0,805
Процент от общото вариране / Percentage of total variation	36,14	22,3	16,3
Кумулативен процент от общото вариране / Cumulative percentage of total variation	36,14	58,43	74,73



**Фигура 2.** Дендрограма - клъстеризация на безсеменните сортове лози според *агробиологичните* им показатели

**Figure 2.** Dendrogram for the clustering of seedless varieties according to *agrobiological* indicators

бив от декар 2071 kg и 2040 kg, което обуславя отделянето им във втори клъстер. Кишмиш лучистый, Бяло едро без семе, Русенско без семе, Ванеса сидлес и Ранно без семе формират трети клъстер. Те се отличават с висок процент *развити очи*, достигащ до 85,53% при Кишмиш лучистый, но и с нисък *среден добив от декар* и *среден добив от лоза*. Тези сортове са най-ниско продуктивни, като с минимален *среден добив от лоза* е Ранно без семе -3,4 kg и *среден добив от декар* - 1240 kg. Последният клъстер се състои от Русалка и Руби сидлес и е най-отдалечен по изследваните показатели от всички останали безсеменни сортове лози. Това са сортовете с максимален *среден добив от лоза* и *среден добив от декар*, като разликата по тези показатели достига до 50%. При Русалка е отчетен *среден добив от лоза* 9,440 kg и *среден добив от декар* – 2628 kg, а при Руби сидлес – съответно 11,575 kg и 2778 kg.

Изследваните показатели се трансформират до три фактора, обуславящи 95,73% от общото вариране, като с най-голямо влияние е първият, включващ *среден добив от лоза* и *среден добив от декар* (50,69%) (Табл. 2). Вторият се състои от *плодни леторасли* и *коэффициент на родovitост* (24,92%), а третият – от *развити очи* (20,12%).

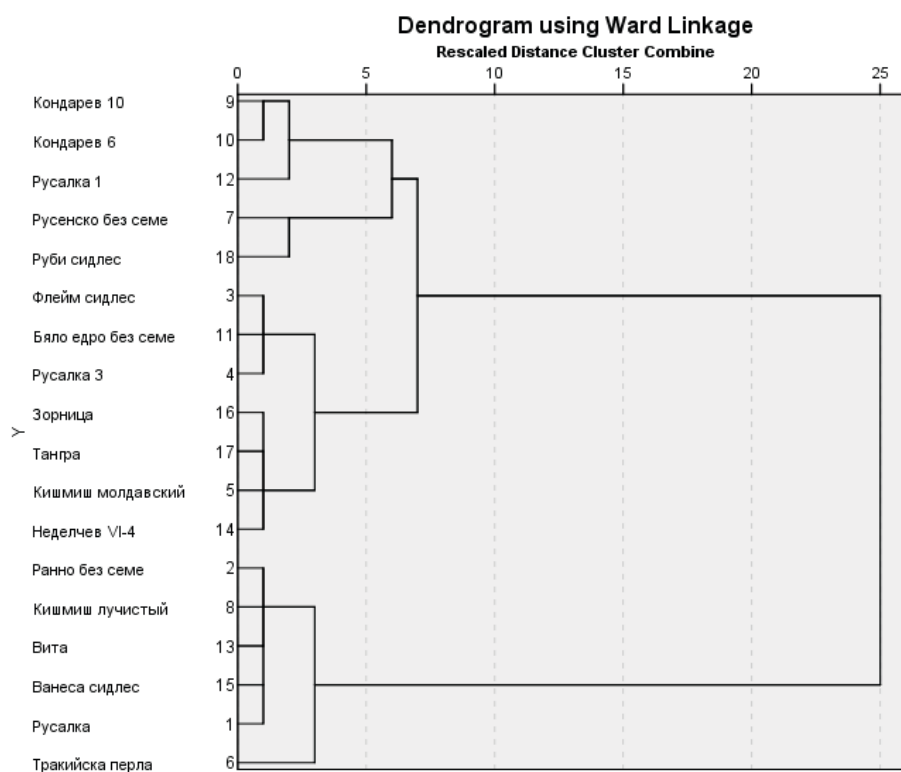
В зависимост от *технологичните* си характеристики, изследваните сортове формират четири клъстера (Фиг. 3). Първият включва сортове с най-голяма *средна маса на грозд*, *дължина*, *ширина* и *маса зърно* - Кондарев 10, Кондарев 6

и Русалка 1. Кондарев 10 е с максимална *средна маса на грозд* – 907 g, следван от Кондарев 6 - 895 g, а Русалка 1 е с най-голяма *средна маса на 100 зърна* – 813 g. Във втория клъстер попадат сортове с висока *транспортабилност-устойчивост* на *налягане* на зърното - Русенско без семе - 1963 g и Руби сидлес - 2108 g. Третата група сортове - Флейм сидлес, Бяло едро без семе, Русалка 3, Зорница, Тангра, Кишмиш молдавский и Неделчев VI-4, се характеризират със средни стойности на по-голяма част от анализирани показатели - *средна маса на грозд*, *дължина* и *ширина на грозд*, количество на *кожици*, *киселини*, *транспортабилност-откъсване* и *транспортабилност-налягане*. Ранно без семе, Кишмиш лучистый, Вита, Ванеса сидлес, Русалка и Тракийска перла формират отделен клъстер, поради сравнително малката си *средна маса* и *размери на грозд*. Гроздът при Вита тежи 169 g, а ширината при Ванеса сидлес е само 8,2 см. Тези сортове се отличават с минимална *средна маса на 100 зърна*, достигаща до 177 g при Ванеса сидлес, което се обуславя от малките размери на зърното. Особеност на сортовете в тази група е и ниската *транспортабилност-устойчивост* на *откъсване* на зърното, която при Кишмиш лучистый е едва 182 g.

Технологичните признаци се трансформират до пет фактора, които обясняват 90,03% от общото вариране (Табл. 3). Първият компонент включва *средна маса на 100 зърна*, *дължина* и *ширина на зърното*, *транспортабилност - откъсване* и *налягане* и обяснява 25,267% от дисперсията.

**Таблица 2.** Факторна матрица за *агробиологичните* показатели на изследваните безсеменни сортове лози  
**Table 2.** Factor matrix for the *agrobiological* indicators of the studied seedless vine varieties

Показатели / Indicators	Rotated Component Matrix		
	1	2	3
Развити очи / Developed eyes			0,994
Плодни леторасли / Fruiting shoots		0,893	
Коефициент на родovitост / Fertility rate		0,953	
Среден добив от лоза / Average yield per vin	0,979		
Среден добив от декар / Average yield per decare	0,964		
Процент от общото вариране / Percentage of total variation	50,69	24,92	20,12
Кумулативен процент от общото вариране / Cumulative percentage of total variation	50,69	75,61	95,73



**Фигура 3.** Дендрограма - клъстеризация на безсеменните сортове лози според *технологичните* им показатели

**Figure 3.** Dendrogram for the clustering of seedless varieties according to *technological* indicators

**Таблица 3.** Факторна матрица за *технологичните* показатели на изследваните безсеменни сортове лози  
**Table 3.** Factor matrix for the *technological* indicators of the studied seedless vine varieties

Показатели- Indicators		Rotated Component Matrix				
		1	2	3	4	5
Средна маса на грозд - Average mass of a bunch			0,759			
Дължина на грозд - Length of a bunch			0,773			
Ширина на грозд - Width of a bunch			0,768			
Чепки - Bunches				-0,960		
Зърна - Grapes				0,959		
Кожички - Skins					-0,952	
Мезокарп - Mesocarp					0,952	
Средна маса на 100 зърна - Average mass of 100 grapes		0,818				
Дължина на зърно - Length of a grape		0,755				
Ширина на зърно - Width of a grape		0,721				
Захари - Sugars						-0,830
Киселини - Acids			0,699			
Откъсване - Detachment		0,905				
Налягане - Pressure		0,703				
Процент от общото вариране-Percentage of total variation		25,267	18,985	17,177	16,743	11,858
Кумулативен процент от общото вариране Cumulative percentage of total variation		25,267	44,252	61,429	78,172	90,030

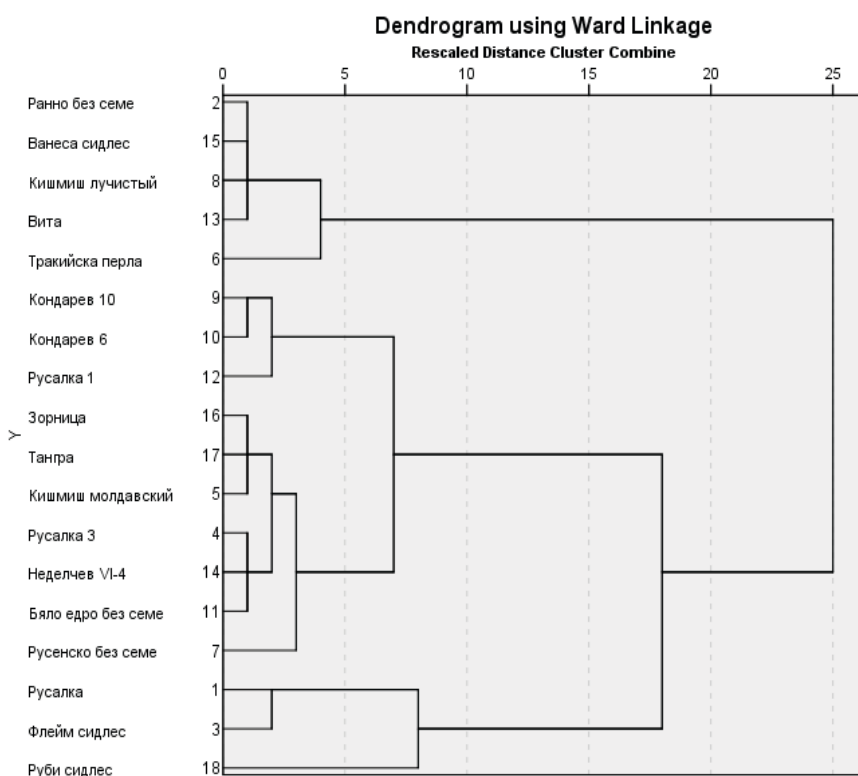


Вторият се състои от *средна маса на грозд, дължина и ширина на грозд и киселини* (18,985). Третият включва процентното съдържание на *чепки и зърна* (17,177%), четвъртият - *кожици и мезокарпи* (16,743%), а последният - съдържание на *захари* (11,858%). С най-голямо влияние върху дисперсията са признаците от първия фактор.

В резултат от клъстер анализа на всички експериментални данни, свързани трите групи показатели - фенологични, агробиологични и технологични се установи, че изследваните безсеменни сортове се подреждат с четири клъстера (Фиг. 4). Първият включва Ранно без семе, Ванеса сидлес, Кишмиш лучистый, Вита и Тракийска перла, които се характеризират с малки *дължина и ширина на зърно и средна маса на 100 зърна*, умерено съдържание на *захари*, ниска *транспортабилност - устойчивост на откъсване и налягане*. Към втория се отнасят Кондарев 10, Кондарев 6 и Русалка 1 – сортовете с максимална *средна маса на грозд*, висока *средна маса на 100 зърна* и голям *среден до-*

*бив от декар*. В третия клъстер са Зорница, Тангра, Кишмиш молдавский, Русалка 3, Неделчев VI-4, Бяло едро без семе и Русенско без семе, при които е отчетен сравнително висок процент на *мезокарпа* в зърната. Русалка, Флейм сидлес и Руби сидлес формират четвъртия клъстер. Те притежават най-кратко *продължаваща фенофаза напъване* и най-висок *среден добив от лоза и среден добив от декар*.

Трите групи показатели се трансформират до седем фактора, обясняващи 87,015% от общата дисперсия. Първият фактор включва *напъване, цъфтеж, прошарване(омекване) на зърното, цъфтеж-прошарване(омекване) на зърното, прошарване(омекване) на зърното-технологична зрялост*, процент на *зърна, кожици и захари* (18,343%). Във втория попадат *напъване-технологична зрялост*, процент *развити очи, плодни леторасли, среден добив от декар, средна маса на грозд, ширина на грозд*, процент *чепки* (17,648%). Третият компонент съдържа *нарастване на зърното, напъване-цъфтеж,*



Фигура 4. Дендрограма - клъстеризация на безсеменните сортове лози според фенологични, агробиологични и технологични показатели

Figure 4. Dendrogram for the clustering of seedless varieties according to phenological, agrobiological and technological indicators

дължина на зърно (13,746%). Четвъртият се формира от ширина на зърно, захари, киселини, устойчивост на зърното на откъсване и налягане (12,200%). Процента на мезокарпа в зърното и

средна маса на 100 зърна формират петия фактор (10,159%). В шестия и седмия фактор са съответно дължината на грозд (8,365%) и коефициент на родovitост (6,554%).

**Таблица 4.** Факторна матрица за фенологичните, агробиологичните и технологичните показатели на изследваните безсеменни сортове лози

**Table 4.** Factor matrix for the phenological, agrobiological and technological indicators of the studied seedless vine varieties.

Показатели / Indicators	Rotated Component Matrix						
	1	2	3	4	5	6	7
Напъпване / Budding	0,616						
Цъфтеж / Flowering	0,785						
Прошарване (омекване) на зърното / Veraison (softening) of the grape	0,731						
Нарастване на зърното / Grape growth			-0,911				
Напъпване - цъфтеж / Budding - Flowering			0,911				
Цъфтеж-прошарване (омекване) на зърното / Flowering - Veraison (softening) of the grape	-0,837						
Прошарване (омекване) на зърното - технологична зрялост / Veraison (softening) of the grape - Technological maturity	0,837						
Напъпване - технологична зрялост / Budding - Technological maturity		0,724					
Развити очи / Developed eyes		0,701					
Плодни леторасли / Fruiting shoots		0,612					
Коефициент на родovitост / Fertility rate							0,856
Среден добив от лоза / Average yield per vine							
Среден добив от декар / Average yield per decare		0,871					
Средна маса на грозд / Average mass of a bunch		0,540					
Дължина на грозд / Length of a bunch						-0,858	
Ширина на грозд / Width of a bunch		-0,837					
Чепки / Bunches		-0,855					
Зърна / Grapes	0,644						
Кожици / Skins	0,787						
Мезокарп / Mesocarp					-0,611		
Средна маса на 100 зърна / Average mass of 100 grapes					0,807		
Дължина на зърно / Length of a grape			0,481				
Ширина на зърно / Width of a grape				0,816			
Захари / Sugars	0,648			-0,533			
Киселини / Acids				0,741			
Откъсване / Detachment				0,765			
Налягане / Pressure				0,903			
Процент от общото вариране / Percentage of total variation	18,343	17,648	13,746	12,200	10,159	8,365	6,554
Кумулативен процент от общото вариране / Cumulative percentage of total variation	18,343	35,991	49,737	61,937	72,097	80,462	87,015



Сравнявайки резултатите от групирането по различните групи показатели, прави впечатление, че сортовете Кондарев 10 и Кондарев 6, както и Ванеса сидлес и Кишмиш лучистый, често попадат в общи клъстери, дължащо се на тяхната фенотипна близост, изразена с близките стойности на изследваните им признаци. Кондарев 10 и Русалка са силно отдалечени при клъстеризацията, което показва липсата на сходни характеристики между тези сортове по всяка група показатели. Установените различия между сортовете по отделните групи показатели маркират относителните граници на тяхната фенотипна изменчивост

## ИЗВОДИ

1. Според *фенологичните* им показатели, изследваните 18 безсеменни сорта лози се групират в три клъстера. В първия от тях преобладават сортовете с по-дълга фенофаза *нарастване на зърното*, с по-кратък период на *напъване-цъфтеж* и средна продължителност на *цъфтеж-прошарване (омекване) на зърното, прошарване (омекване) на зърното-технологична зрялост и напъване-технологична зрялост*; във втория - с по-големи периоди на *прошарване (омекване) на зърното-технологична зрялост и напъване-технологична зрялост*; в третия - със средна продължителност на *напъване и цъфтеж*, с по-кратко *нарастване на зърното* и по-дълъг период на *напъване-цъфтеж*. Три основни компоненти оказват влияние върху групирането на сортовете в клъстери и обясняват 74,73% от общото вариране.

2. В зависимост от *агробиологичните* си особености, безсеменните сортове лози се обособяват в четири клъстера. Първият включва сортове с нисък процент на *развити очи и плодни леторасли* и със средни стойности на *добив от лоза и от декар*; във втория - с висок *среден добив от лоза и от декар*; в третия - с висок процент *развити очи*, с нисък *среден добив от декар и от лоза*; в четвъртия - с максимален *среден добив от лоза и от декар*. Изследваните показатели се трансформират до три фактора, обуславящи 95,73% от общото вариране.

3. *Технологичните* характеристики на изследваните сортове ги групират в четири клъстера.

Първият включва сортове с най-голяма *средна маса на грозд, дължина, ширина и маса на зърно*, с максимална *средна маса на грозд и на 100 зърна*; във втория - с висока устойчивост на *налягане на зърно*; в третия - със средни стойности на *средна маса на грозд, дължина и ширина на грозд*, процент на *кожици, киселини, устойчивост на откъсване и налягане на зърно*; в четвъртия - със сравнително малка *средна маса, дължина и ширина на грозд; средна маса на 100 зърна и устойчивост на откъсване на зърно*. Технологичните показатели се трансформират до пет фактора, които обясняват 90,03% от общото вариране.

4. Изследваните безсеменни сортове лози се подреждат с четири клъстера в зависимост от трите групи показатели - фенологични, агробиологични и технологични. Първият включва тези от тях, които се характеризират с малка *дължина и ширина на зърно и средна маса на 100 зърна*, умерено съдържание на *захари*, слаба устойчивост на *откъсване и налягане*; вторият - с максимална *средна маса на грозд*, висока *средна маса на 100 зърна* и голям *среден добив от декар*; в третия - с висок процент на *мезокарп* в зърното; в четвъртия - с най-кратка фенофаза *напъване* и най-висок *среден добив от лоза и от декар*. Трите групи показатели се трансформират до седем фактора, обясняващи 87,015% от общата дисперсия.

## ЛИТЕРАТУРА

- Abiri, K., Rezaei, M., Tahanian, H., Heidari, P., & Khadivi, A. (2020). Morphological and pomological variability of a grape (*Vitis vinifera* L.) germplasm collection, *Scientia Horticulturae*, 266, Article 109285.
- Cervera, M. T., Cabezas, J. A., Rodriguez-Torres, I., Chaves, J., Cabello, F., & Martinez-Zapater, J. M. (2002). Varietal diversity within grapevine accessions of cv. *Tempranillo*. *Vitis*, 41(1), 33-36.
- Everitt, B., & Hothorn, T. (2004). *A Handbook of Statistical Analyses Using SPSS*, A CRC Press Company, New York, USA, 283.
- Goto-Yamamoto, N. (2000). Phenolic clustering of grapes (*Vitis* spp.) by AFLP analysis. *Breeding-Science*, 50, 1, 53-57.
- Ibacache, A., Albornoz, F., & Zurita-Silva, A. (2016). Yield responses in Flame seedless, Thompson seedless and Red Globe table grape cultivars are differentially modified by rootstocks under semi arid conditions. *Scientia Horticulturae*, 204, 25-32.

- Liu, H. F., Wu, B. H., Fan, P. G., Li, S. H., & Li, L. S.** (2006). Sugar and acid concentrations in 98 grape cultivars analyzed by principal component analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(10), 1526-1536.
- Labra, M., Moriondo, G., Schneider, A., Grassi, F., Failla, O., Scienza, A., & Sala, F.** (2002). Biodiversity of grapevines (*Vitis vinifera* L.) grown in Aosta Valley. *Vitis*, 41(2), 89-92.
- Landau, S., & Everitt, B.** (2004). A Handbook of statistical analyses using SPSS, Chapman & Hall/CRC Press LLC, London, p. 289.
- Lohitnavy, N., Bastian, S., Collins, C.** (2010). Berry sensory attributes correlate with compositional changes under different viticultural management of Semillon (*Vitis vinifera* L.). *Food Quality and Preference*, 21(7), 711-719.
- Molle, E., & Krastanova, S.** (1987). Application of one algorithm for clustering in the selection work of the vine. *Plant Sciences*, 26(11) 81-85 (Bg).
- Roychev, V., Dimova, D., & Bozhinov, B.** (2007). Application of the cluster analysis and analysis of the main components in the creation of new vine varieties. *Plant Sciences*, 44(4) 376-382 (Bg).
- Roychev, V., Bozhinov, B. & Dimova, D.** (2008). Palynobiometric of seedless, seeded and in vitro propagated varieties of vines (*Vitis vinifera* L.). Agricultural Academy. *Plant Sciences*, 45(3) 269-276 (Bg).
- Roychev, V.** (2012). Ampelography. Academic Publishing House of Agricultural University - Plovdiv, 574.
- Troshin, L. P., Polulyakh, V. I., & Risovannaya, V. I.** (1998). Estimation of taxonomic relations of varieties *V. v. s. p. balkanica* Negr. и *V. v. s. p. meridionali-balcanica* Trosh. On the morphological basis of the leaf. *Vinograd i vino Rossii*, 3, 41-42.
- Huai-Feng, Liu., Ben-Hong, Wu., PeiGe, Fan., Shao-Hua, Li., & Lian-Sheng, Li.** (2006). Sugar and acid concentrations in 98 grape cultivars analyzed by principal component analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1526-1536.