

Сравнителна характеристика на лозови сортове за червени вина (*Vitis vinifera* L.)

Венелин Ройчев*, Нели Керанова

Аграрен университет – Пловдив, България

*E-mail: roytchev@yahoo.com

Резюме

Обект на изследване са 41 местни, интродуцирани и новосъздадени сорта лози за червени вина според най-важните технологични показатели, отразяващи качеството на полученото от тях вино: алкохол, захари, беззахарен екстракт, титруеми киселини, летливи киселини, рН, антоциани, интензитет на цвета и дегустационна оценка. Направено е групиране на проучваните сортове лози според фенотипната им близост и отдалеченост по посочените признаци. За целта е приложена комбинация от статистически подходи. Чрез йерархичен клъстерен анализ са получени групите от съответните сортове, притежаващи сходни фенотипни характеристики. За качествено описание на формираните клъстери са приложени еднофакторен дисперсионен анализ, тест на Дънкан и анализ на главните компоненти. Формирани са три обобщени клъстера. Най-обширен е първият, включващ сортовете, чиито вина се характеризират с относително ниско съдържание на беззахарен екстракт, умерено ниво на рН, по-малко антоциани и с нисък интензитет на цвета. Вторият клъстер се състои от сортове, отличаващи се със сравнително голямо съдържание на алкохол във вината, рН, антоциани, интензитет на цвета и висока дегустационна оценка – Сира, Пети вердо и Каберне Совиньон. В третия клъстер са Анчелота, Гран ноар, Дорнфелдер, Аликант Буше и Саперави, вината на които съдържат значително количество антоциани и демонстрират висок интензитет на цвета. С най-голямо влияние върху обособяването на червените винени сортове в групи са количеството на антоцианите, интензитетът на цвета и беззахарният екстракт във виното.

Ключови думи: лозови сортове за червени вина; технологични показатели на вино; сравнителен клъстер анализ; дисперсионен анализ; анализ на основните компоненти (PCA)

Comparative technological characteristics of vine varieties for red wines (*Vitis vinifera* L.).

Venelin Roychev*, Neli Keranova

Agricultural University – Plovdiv, Bulgaria

*E-mail: roytchev@yahoo.com

Citation

Roychev, V., & Keranova, N. (2022). Comparative technological characteristics of vine varieties for red wines (*Vitis vinifera* L.). *Rastenievadni nauki*, 59(2) 81-90 (Bg).

Abstract

The subject of the study are 41 local, introduced and newly developed vine varieties for the production of red wines, examined according to the most important technological indicators reflecting the quality of the wine obtained from them: alcohol, sugars, sugar-free extract, titratable acids, volatile acids, pH, anthocyanins, colour intensity and tasting score. The researched vine varieties are grouped on the basis of their phenotypic proximity and remoteness in view of the mentioned indicators. A combination of statistical approaches is applied for this purpose. The groups of the respective varieties with similar phenotypic characteristics are obtained by means of a hierarchical cluster analysis. For the qualitative description of the formed clusters, one factor dispersion

analysis, Duncan's test, and principal component analysis (PCA) are conducted. Three generalized clusters are formed. The first one is the largest, including the varieties whose wines are characterized by a relatively low content of sugar-free extract, moderate pH level, a smaller amount of anthocyanins and low colour intensity. The second cluster consists of varieties with comparatively high alcohol content in wines, as well as high pH, anthocyanins, colour intensity, and a very good tasting score – Syrah, Petit Verdot and Cabernet Sauvignon. The third cluster comprises of Ancellotta, Grand Noir, Dornfelder, Alicante Bouschet and Saperavi, whose wines contain significant amounts of anthocyanins and possess high colour intensity. The amount of anthocyanins, the colour intensity and the sugar-free extract in wine exert the most significant influence on the differentiation of red wine varieties into groups.

Key words: vine varieties for red wines; technological indicators of wine; comparative cluster analysis; dispersion analysis; principal component analysis (PCA)

ВЪВЕДЕНИЕ

Технологичната характеристика на лозовите сортове определя производственото направление на използване на гроздето им и се влияе силно от почвено-климатичните условия, при които те се отглеждат. Показателите, с които биометрично се изразяват тези стопански важни ампелографски признаци, са свързани с механичния строеж на грозда, динамиката в изменението на химичния състав на гроздето и виното и техните лечебни качества. Високите изисквания към нивото на химичните съставки на гроздето и виното при различните лозови сортове предполагат използването на съвременни статистически методи за по-точно сравняване и оценка на енологичните им достойнства. Комбинираното прилагане на анализа на главните компоненти (PCA) и клъстерния анализ, както и други математически подходи са широко прилагани при научни изследвания с цел идентификация и диференциране на винени сортове лози, клонове и вина, както и разкриване на факторите, обуславящи съществуващите фенотипни различия (Coetzee et al., 2005; Kallithraka et al., 2005; Câmara et al., 2006; Liu et al., 2008; Anastasiadi et al., 2009; Son et al., 2009; Barata et al., 2011; Figueiredo-González et al., 2012; Rajha et al., 2014; Fraige et al., 2014; Ziolkowska et al., 2016; Fan et al., 2018; Xiao et al., 2018; Geana et al., 2016, 2019; Karimali et al., 2020). Почвено-климатичните условия в България са по-благоприятни за отглеждането на червени винени сортове лози, които са разпространени в много микрорайони на страната (Penkov, 2008; Bulgarian Ampelografy, 2010; 2015). Те се характеризират с голямо раз-

нообразие на ампелографските признаци и от тях се получават вина с различно качество и дегустационни оценки. Интерес представлява, доколко техните стопански ценни показатели, обуславящи енологичните им достойнства, зависят не само от външните условия на средата, но са свързани и с полиморфните особености на сорта. Целта на това изследване е групирането на голям брой лозови сортове за червени вина в зависимост от тяхната фенотипна близост и отдалеченост на технологичните им показатели на виното.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

В изследването са включени 41 местни, интродуцирани и новосъздадени сорта лози за червени вина, отглеждани в Ампелографския сортимент на катедра Лозарство, Аграрен Университет-Пловдив. В продължение на три последователни години (реколти) в Експерименталната винарска изба са лабораторно определени най-важните технологични показатели, отразяващи качеството на полученото от тях вино – алкохол (об.%), захари (g/dm^3), беззахарен екстракт (g/dm^3), титруеми киселини (g/dm^3), летливи киселини (g/dm^3), pH, антоциани (mg/dm^3), интензитет на цвета, дегустационна оценка (Ivanov, 1981; Yankov, 1991; Bulgarian Ampelografy, 1990; Roychev, 2012). Групирането (клъстеризацията) на червените винени сортове по фенотипна близост според технологичните им показатели на виното, е осъществено чрез йерархичен клъстерен анализ по метода на Ward чрез мярка за сходство – квадратичното евкли-

дово разстояние. При този агломеративен метод за клъстеризация са ясно диференцирани групите от сортове, поради високия коефициент на дивергенция в сравнение с други подходи. При него е от значение не разстоянието между клъстерите, а дисперсията между тях. За доказване на сходства или разлики между винените сортове е направена сравнителна оценка чрез еднофакторен дисперсионен анализ и тест на Дънкан при ниво на статистическа значимост, равно на 0,05. Проверена е хомогенността на базата на използваните експериментални данни чрез тест на Ливин, която показва, че при това изследване същите могат да бъдат сравнявани по съответните критерии. За качествено описание на клъстерите е проведен и факторен анализ чрез метода на основните компоненти (РСА). Чрез този статистически подход се осъществява групиране на корелиращи помежду си показатели в един (нов) фактор, както и разпределяне на некорелиращите помежду си – в различни фактори (компоненти). От математическа гледна точка посоченият резултат се постига чрез намаляване размерността на първоначалното пространство и формиране на нов базис от по-малък брой фактори. Допълнителното преобразуване на факторите е осъществено чрез метода Varimax. Получените нови променливи (фактори) могат да се използват в бъдещи изследвания на технологичните характеристики и на други сортове лози. За математическата обработка на данните е приложен софтуерният продукт IBM SPSS 24 (Landau & Everitt, 2004).

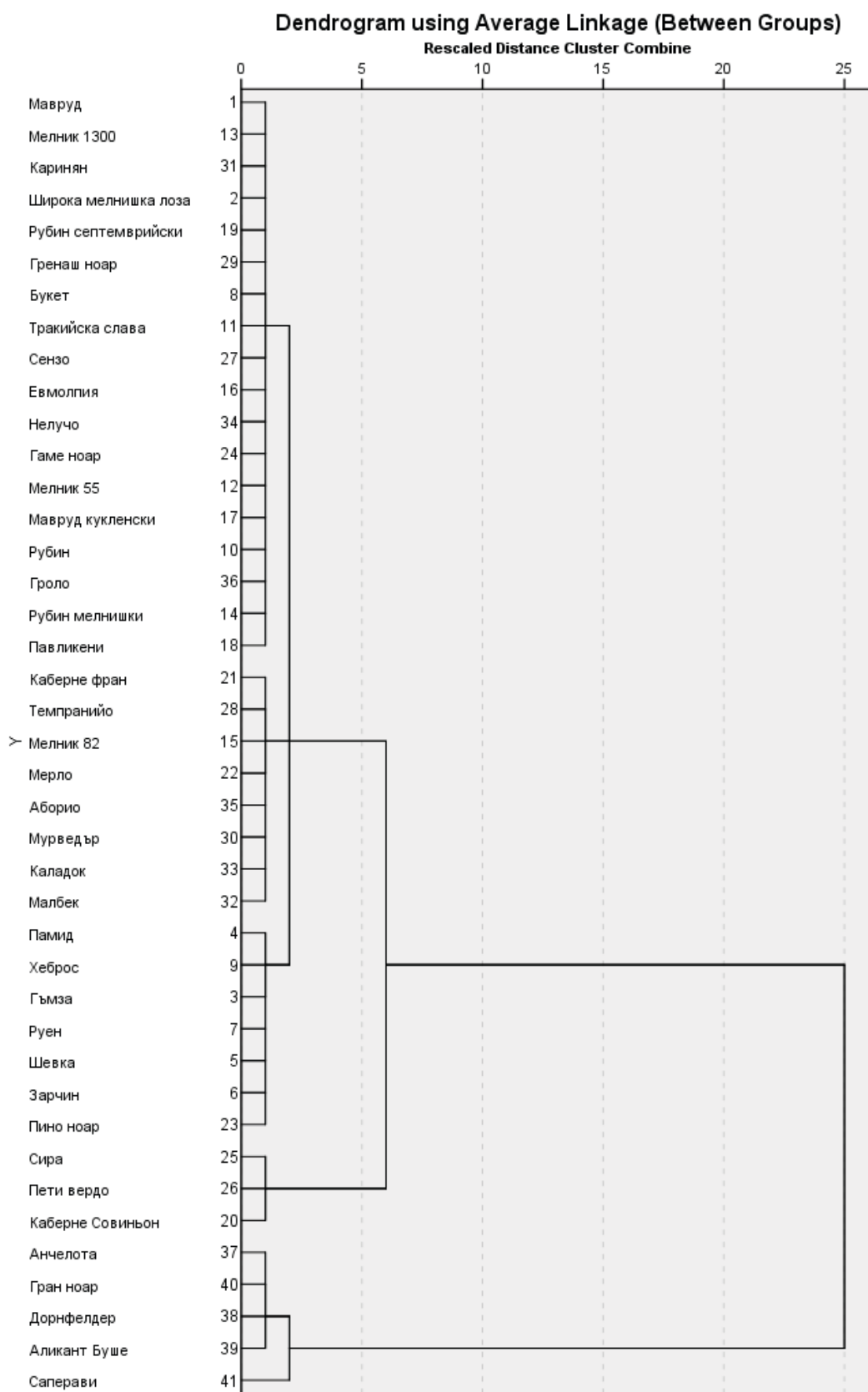
РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от проведения йерархичен клъстерен анализ показват, че изследваните червени винени сортове лози се групират в три клъстера (групи) в зависимост от степента на сходство между технологичните им показатели на виното (Фиг. 1).

Първият клъстер включва голяма група от 33 сорта от Черноморската и Западноевропейската еколого-географски групи, както и новосъздадени по метода на половата хибридизация: Мавруд, Мелник 1300, Каринян, Широка мелнишка лоза, Рубин септемврийски, Гренаш ноар, Букет, Тракийска слава, Сензо, Евмолпия,

Нелучо, Гаме ноар, Мелник 55, Мавруд кукленски, Рубин, Гроло, Рубин мелнишки, Павликени, Каберне фран, Темпранийо, Мелник 82, Мерло, Аборио, Мурведър, Каладок, Малбек, Памид, Хеброс, Гъмза, Руен, Шевка, Зарчин и Пино ноар. Вината им се характеризират с относително ниско съдържание на беззахарен екстракт, умерено ниво на рН, по-малко антоциани и с нисък интензитет на цвета. В тази група попадат най-известните български местни и новосъздадени сортове за червени вина. Вторият клъстер се състои от сортове, отличаващи се със сравнително голямо съдържание на алкохол във вината, рН, антоциани, интензитет на цвета и висока дегустационна оценка – Сира, Пети вердо и Каберне Совиньон. Това са изключително качествени сортове за червени вина, разпространени в почти всички лозарски страни. В самостоятелен трети клъстер са Анчелота, Гран ноар, Дорнфелдер, Аликант Буше и Саперави, вината на които съдържат голямо количество антоциани и се открояват с висок интензитет на цвета.

Според резултатите от сравнителната оценка на изследваните сортове лози по установените стойности на технологичните им показатели, с най-високо съдържание на алкохол е виното от Дорнфелдер (14,17 об.%), следван от Пети вердо (14,10 об.%), а с най-ниско – Сензо (10,63 об.%) (Табл. 1). В зависимост от количеството на остатъчните захари, вината от всички сортове попадат в категория „сухи“. Относително повече са те при Мелник 1300 (2,97 g/dm³) и Мавруд (2,63 g/dm³), а с най-малко – при Хеброс (0,73 g/dm³). Беззахарният екстракт е най-много във виното от Пети вердо (29,77 g/dm³), а най-малко при Памид (19,23 g/dm³). Най-богати на титруеми киселини са вината от Анчелота (7,37 g/dm³) и Аликант Буше (7,27 g/dm³), а най-бедно е виното от Шевка – (3,83 g/dm³). Дорнфелдер и Аликант Буше се характеризират с най-високо съдържание на летливи киселини във виното – 0,74 g/dm³ и 0,72 g/dm³, а Пино ноар – с най-ниско – (0,29 g/dm³). Граничните величини на рН във виното от Хеброс са 3,76, а при Гран ноар – 3,14. Количеството на антоцианите е най-голямо във виното на сортовете от втори и трети клъстер, като с максимални стойности на този много важен енологичен показател се характеризират Аликант Буше – 1161,90 mg/dm³, Гран ноар



Фигура 1. Дендрограма, визуализираща групирането на изследваните лозови сортове в клъстери според технологичните им показатели на виното

Figure 1. Dendrogram representing the grouping of the studied vine varieties in clusters according to their technological indicators of wine

Таблица 1. Сравнителна оценка на изследваните лозови сортове за червени вина по *технологичните* им показатели на виното
Table 1. Comparative evaluation of the studied vine varieties for red wines by their *technological* indicators of wine

Група / Group	Сорт, Variety	Алкохол об.%, Alcohol % vol.	Захари g/dm ³ , Sugars g/dm ³	Беззахарен екстракт g/dm ³ , Sugar-free extract g/dm ³	Титруеми киселини g/dm ³ , Titratable acids g/dm ³	Летливи киселини g/dm ³ , Volatile acids g/dm ³	pH	Антоциани mg/dm ³ , Anthocyanins mg/dm ³	Интензитет на цвета, Colour intensity	Дегустационна оценка, Tasting score
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Мавруд	11,77 ^{gh}	2,63 ^{ab}	23,67 ^{ijklmn}	5,99 ^{cdefghij}	0,42 ^{fg hij}	3,50 ^{bcdef}	341,73 ^{hijklmno}	7 ^{hijklmn}	17,26 ^{bcdefg}
	Мелник 1300	12,43 ^{bcdefg}	2,97 ^a	24,23 ^{ijklmn}	6,43 ^{abcde fghij}	0,42 ^{fg hij}	3,18 ^{hi}	339,83 ^{hijklmnop}	8,16 ^{ghij}	17,23 ^{bcdefg}
	Каринян	12,90 ^{bcdef}	1,47 ^{ghijkl}	23,63 ^{iklm}	6,67 ^{abcdef}	0,42 ^{fg hij}	3,48 ^{cdef}	346,23 ^{hijklmn}	6,33 ^{ijklmnop}	17,10 ^{defg}
	Широка мелнишка лоза	11,90 ^{efgh}	2,67 ^a	23,27 ^{klmn}	5,83 ^{defghijk}	0,53 ^{bcd}	3,54 ^{abcde}	326,26 ^{ijklmnop}	6,76 ^{ijklmno}	17,16 ^{cdefg}
	Рубин септемврийски	12,43 ^{bcdefg}	1,37 ^{ghijk}	23,33 ^{klmn}	6,23 ^{bcdefghij}	0,35 ^{bijk}	3,36 ^{defghi}	278,96 ^{klmnopq}	5,23 ^{mnopq}	17,10 ^{defg}
	Гренаш ноар	13,47 ^{ab}	1,6 ^{efghijk}	24,27 ^{iklm}	5,67 ^{ghijk}	0,38 ^{ghijk}	3,41 ^{cdefgh}	283,36 ^{klmnopq}	5,26 ^{mnopq}	17,36 ^{bcdef}
	Букет	12,80 ^{bcdef}	2,13 ^{cde}	26,13 ^{cdefghij}	5,93 ^{cdefghij}	0,35 ^{bijk}	3,28 ^{efghi}	310,43 ^{ijklmnop}	8,23 ^{ghij}	17,33 ^{bcdef}
	Тракийска слава	13,07 ^{abcde}	1,83 ^{defgh}	27 ^{bcdefghi}	5,67 ^{ghijk}	0,53 ^{bcd}	3,45 ^{cdefg}	306,46 ^{ijklmnop}	5,03 ^{mnopq}	17,56 ^{ab}
	Сензо	10,63 ⁱ	1,77 ^{defghi}	26,03 ^{defghij}	5,40 ^{jk}	0,41 ^{fg hij}	3,19 ^{ghij}	297,46 ^{klmnop}	6,03 ^{lmnop}	16,63 ^b
	Евмолпия	12,50 ^{bcdefg}	1,97 ^{def}	25,67 ^{efghijk}	6,13 ^{cdefghij}	0,33 ^{jk}	3,36 ^{defghi}	396,13 ^{ghijk}	7,63 ^{hijkl}	17,36 ^{bcdef}
I	Нелучо	11,87 ^{efgh}	1,23 ^{ijklm}	22,30 ^{mn}	6,03 ^{cdefghij}	0,6 ^b	3,38 ^{defghi}	395,70 ^{ghijk}	8,16 ^{ghij}	17,13 ^{defg}
	Гаме ноар	11,47 ^{ghi}	2 ^{def}	24,90 ^{hijklm}	6,90 ^{abc}	0,42 ^{fg hij}	3,28 ^{efghi}	402,16 ^{ghijk}	6,80 ^{ijklmno}	17,13 ^{defg}
	Мелник 55	12,33 ^{bcdefg}	1,30 ^{hijkl}	22,97 ^{lmn}	6,73 ^{abcde}	0,40 ^{fg hij}	3,41 ^{cdefgh}	381,66 ^{ghijklm}	8,23 ^{ghij}	17,53 ^{abc}
	Мавруд кукленски	12,33 ^{bcdefg}	1,13 ^{iklm}	25,17 ^{ghijkl}	5,77 ^{efghijk}	0,40 ^{fg hij}	3,34 ^{efghi}	380,86 ^{ghijklm}	7,23 ^{hijklm}	17,03 ^f
	Рубин	13,03 ^{abcde}	1,60 ^{efghijk}	27,97 ^{abcde}	5,43 ^{jk}	0,53 ^{bcd}	3,41 ^{cdefgh}	383,96 ^{ghijkl}	3,63 ^{qr}	17,43 ^{abcde}
	Гроло	11,40 ^{ghi}	1,33 ^{hijk}	22,37 ^{klmn}	6,67 ^{abcdef}	0,5 ^{cdef}	3,39 ^{defghi}	386,76 ^{ghijkl}	11,16 ^e	17,23 ^{bcdefg}
	Рубин мелнишки	12 ^{defg}	1,33 ^{iklm}	23,37 ^{klmn}	6,73 ^{abcde}	0,36 ^{bijk}	3,35 ^{defghi}	365,5 ^{ghijklmn}	8,73 ^{gh}	17,16 ^{cdefg}
	Павликени	12 ^{defg}	1,50 ^{efghijk}	23,03 ^{lmn}	5,57 ^{ijk}	0,41 ^{fg hij}	3,37 ^{defghi}	374,16 ^{ghijklmn}	6,76 ^{ijklmno}	17,16 ^{cdefg}
	Каберне фран	13,03 ^{abcde}	0,80 ^m	25,80 ^{efghijk}	5,73 ^{ghijk}	0,36 ^{bijk}	3,34 ^{efghi}	582,53 ^{de}	11,03 ^e	17,43 ^{abcde}
	Темпранийо	12,53 ^{bcdefg}	1,37 ^{ghijk}	23,97 ^{ijklmn}	5,27 ^{jk}	0,47 ^{cdefgh}	3,35 ^{defghi}	544,23 ^{def}	8,00 ^{hijk}	17,23 ^{bcdefg}
	Мелник 82	13,03 ^{abcde}	2,17 ^{bed}	25,13 ^{ghijkl}	6,60 ^{abcde fgh}	0,33 ^{jk}	3,37 ^{defghi}	451,66 ^{ghi}	9,80 ^{efg}	17,43 ^{abcde}
	Мерло	13,20 ^{abcd}	1,90 ^{defg}	25,30 ^{efghijk}	6,23 ^{bcdefghij}	0,50 ^{cd ef}	3,50 ^{bcdef}	446,50 ^{ghi}	11,36 ^e	17,43 ^{abcde}

Продължение на таблица 1. / Table 1. continued

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Аборио	13,07 ^{abcde}	13,07 ^{abcde}	1,60 ^{efghijk}	24,53 ^{ijklm}	5,63 ^{ijkl}	0,41 ^{ghij}	3,37 ^{defghi}	429,56 ^{ghij}	10,56 ^e	17,13 ^{defg}
Мурвельър	12,50 ^{bcdefg}	12,50 ^{bcdefg}	1,77 ^{defghi}	24,40 ^{ijklm}	6,13 ^{cdefghij}	0,45 ^{defgh}	3,31 ^{efghi}	467,20 ^{efgh}	8,10 ^{ghijk}	17,23 ^{bcdefg}
Каладок	12,07 ^{defg}	12,07 ^{defg}	1,33 ^{ijklm}	22,40 ^{mn}	6,03 ^{cdefghij}	0,44 ^{defghi}	3,28 ^{efghi}	479,70 ^{efg}	9,96 ^{ef}	17,13 ^{defg}
Малбек	12,33 ^{bcdefg}	12,33 ^{bcdefg}	1,10 ^{klm}	27,10 ^{bcdefgh}	6,63 ^{abcdefg}	0,36 ^{hijk}	3,20 ^{efhi}	491,80 ^{efg}	7,36 ^{hijklm}	17,30 ^{bcdef}
Памид	11,40 ^{ghi}	11,40 ^{ghi}	1,50 ^{ghijkl}	19,23 ^o	4,27 ^{lm}	0,42 ^{efghij}	3,32 ^{efghi}	123,46 ^r	2,66 ^r	16,90 ^{gh}
Хеброс	12,83 ^{bcdef}	12,83 ^{bcdef}	0,73 ^m	24,77 ^{hijklm}	4,27 ^{lm}	0,33 ^{jk}	3,76 ^a	158,46 ^{qr}	3,76 ^{qr}	17,20 ^{bcdefg}
Гъмза	12,07 ^{defg}	12,07 ^{defg}	1,97 ^{def}	21,67 ⁿ	6,80 ^{abcd}	0,53 ^{bcde}	3,20 ^{efhi}	211,36 ^{pqr}	5,60 ^{mnp}	17,43 ^{abcde}
Руен	12,20 ^{defg}	12,20 ^{defg}	2,60 ^{abc}	27,00 ^{bcdefghi}	6,13 ^{cdefghij}	0,52 ^{bcde}	3,26 ^{efhi}	216,16 ^{opqr}	7,00 ^{hijklmn}	17,23 ^{bcdefg}
Шевка	10,77 ^{hi}	10,77 ^{hi}	1,50 ^{ghijkl}	23,20 ^{klmn}	3,83 ^m	0,40 ^{efghij}	3,35 ^{defghi}	250,83 ^{mnpqr}	4,90 ^{pqr}	17,23 ^{bcdefg}
Зарчин	11,83 ^{defgh}	11,83 ^{defgh}	1,50 ^{ghijkl}	23,00 ^{lmn}	4,93 ^{kl}	0,34 ^{ijk}	3,32 ^{efghi}	245,16 ^{opqr}	7,73 ^{hijkl}	17,10 ^{defg}
Пино ноар	13,37 ^{abc}	13,37 ^{abc}	1,67 ^{defghij}	24,00 ^{ijklmn}	6,13 ^{cdefghij}	0,29 ^k	3,74 ^{ab}	258,33 ^{lmnopqr}	6,26 ^{klmnop}	17,06 ^{efg}
<i>Средно / Average</i>	12,32	12,32	1,68	24,27	5,89	0,42	3,38	353,17	7,29	17,23
Сира	13,37 ^{abc}	13,37 ^{abc}	1,40 ^{ghijk}	25,97 ^{defghij}	5,53 ^{ijk}	0,44 ^{defghi}	3,38 ^{defghi}	702,00 ^e	11,53 ^e	17,76 ^a
II Пеги вердо	14,10 ^a	14,10 ^a	1,20 ^{ijklm}	29,77 ^a	7,17 ^{ab}	0,43 ^{efghi}	3,61 ^{abcd}	701,40 ^c	15,96 ^d	17,06 ^{efg}
Каберне Совиньон	12,87 ^{bcdef}	12,87 ^{bcdef}	1,63 ^{defghijk}	25,00 ^{hijkl}	5,43 ^{jk}	0,40 ^{efghij}	3,53 ^{abcde}	644,00 ^{cd}	15,30 ^d	17,46 ^{abcd}
<i>Средно / Average</i>	13,44	13,44	1,41	26,91	6,04	0,43	3,51	682,47	14,27	17,43
Анчелота	13,00 ^{abcde}	13,00 ^{abcde}	1,40 ^{ghijk}	27,80 ^{abcdef}	7,37 ^a	0,55 ^{bc}	3,39 ^{defghi}	1122,70 ^a	25,40 ^a	17,36 ^{bcdef}
Гран ноар	12,40 ^{bcdefg}	12,40 ^{bcdefg}	1,60 ^{efghijk}	28,43 ^{abcd}	6,17 ^{cdefghij}	0,41 ^{ghij}	3,14 ⁱ	1130,26 ^a	18,36 ^c	17,06 ^{efg}
Дорнфелдер	14,17 ^a	14,17 ^a	1,47 ^{ghijk}	28,67 ^{ab}	5,97 ^{cdefghij}	0,74 ^a	3,66 ^{abc}	1112,30 ^a	25,66 ^a	17,46 ^{abcd}
Аликант Буше	12,10 ^{defgh}	12,10 ^{defgh}	2,17 ^{bcd}	28,57 ^{abc}	7,27 ^a	0,72 ^a	3,17 ^{hi}	1161,90 ^a	21,16 ^b	17,16 ^{cdefg}
<i>Средно Average</i>	12,80	12,80	1,74	28,21	6,60	0,57	3,38	1099,43	21,37	17,23
<i>Средно за всички сортове / Average for all varieties</i>	12,46	12,46	1,67	24,94	5,99	0,44	3,39	468,28	9,52	17,24
SEM	0,08	0,08	0,05	0,22	0,08	0,01	0,02	24,74	0,49	0,02
F-Test	4,76	4,76	9,45	8,73	7,27	10,80	3,54	50,07	96,33	3,41
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

SEM – Standard Error of Means

a, b, c, ... – степен на доказаност при ниво на значимост $\alpha = 0,05$ a, b, c, ... – degree of proof at significance level $\alpha = 0,05$

–1130,26 mg/dm³, Анчелота – 1122,70 mg/dm³ и Дорнфелдер – 1112,30 mg/dm³. Най-слабо оцветено е виното от Памид, където антоцианите са 123,46 mg/dm³. Интензитетът на цвета е най-висок при вината на сортовете от последните два клъстера – при Дорнфелдер – 25,66 и Анчелота – 25,40. Най-голяма е дегустационна оценка на виното от Сира – 17,76, следван от Тракийска слава – 17,56, а с най-малка – Сензо – 16,63 и Памид – 16,90. Проведеният еднофакторен дисперсионен анализ установява многообразие на ранговете при всеки технологичен показател, като при отделните сортове са формирани по няколко групи на доказаност на разликите. Това означава, че изследваните признаци са динамични и силно зависят най-вероятно от условията на външната среда и от особеностите в процеса на винифициране. Средните стойности на количеството на антоцианите, интензитетът на цвета и беззахарният екстракт се увеличават от първи към трети клъстер с относително най-големи разлики в сравнение с другите енологични показатели.

Предпоставки за провеждане на факторен анализ е условието базата от експериментални данни да удовлетворява КМО-test (>0,5) и Bartlett's-test за сферичност (<0,05). Направена

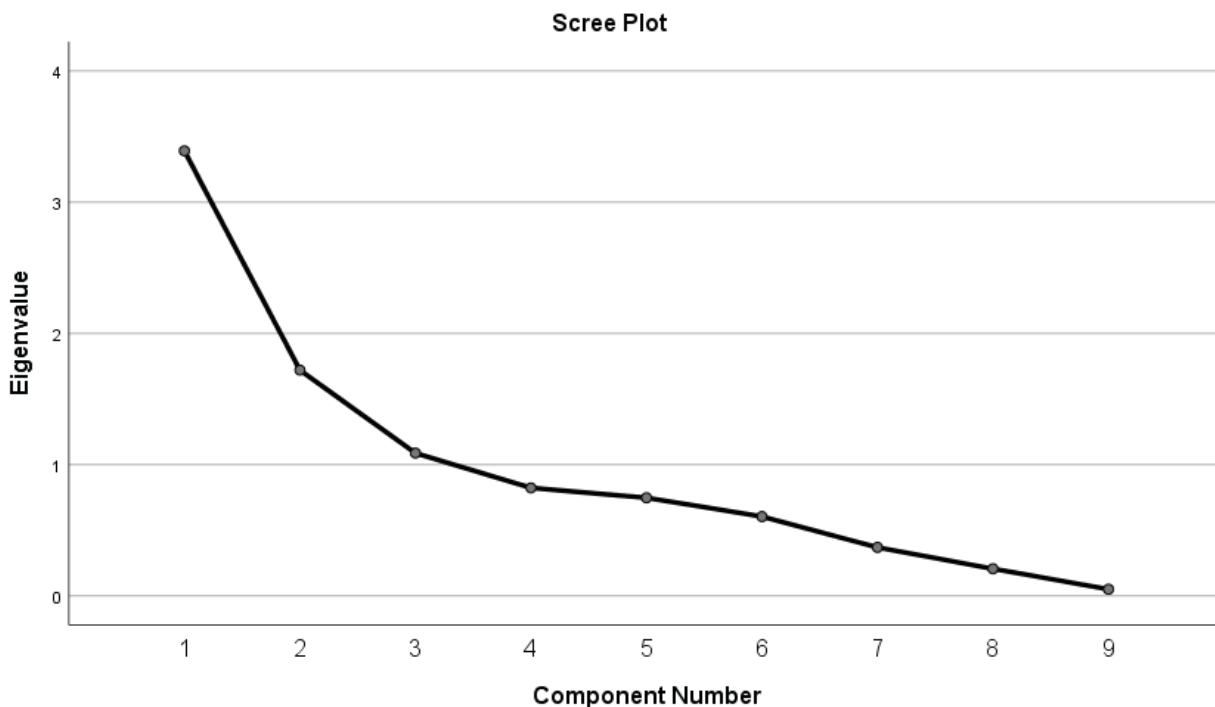
проверка установи стойности, съответно: 0,667>0,5 и 0,000<0,05, както и положителна стойност на детерминантата на съответната корелационна матрица. Собствените значения, показват приноса на конкретния фактор при обясняване на общото вариране на изследваните показатели (Табл. 2). Факторните тегла предоставят информация за значението на всеки от тях в рамките на съответния анализ.

Видът на кривата на Фигура 2 и по-значимият ѝ наклон до трети фактор, последван от плавно намаляване на стойностите, отчетени по вертикалната ос, показва, че изследваните технологични показатели на вината се трансформират до три компоненти, обуславящи 63,208% от общата дисперсия. Първият включва: беззахарен екстракт, титруеми киселини, летливи киселини, антоциани и интензитет на цвета и обяснява 32,606%; вторият – алкохол, рН и дегустационна оценка – 16,910%, а третият – захари – 13,692%. С най-голямо значение за разпределението на изследваните сортове в клъстери са показателите от първия компонент. Тяхното разположение, според принадлежността им към съответния фактор в тримерното пространство е представено на Фигура 3. Предвид стойностите на процента на общото вариране на първи фактор,

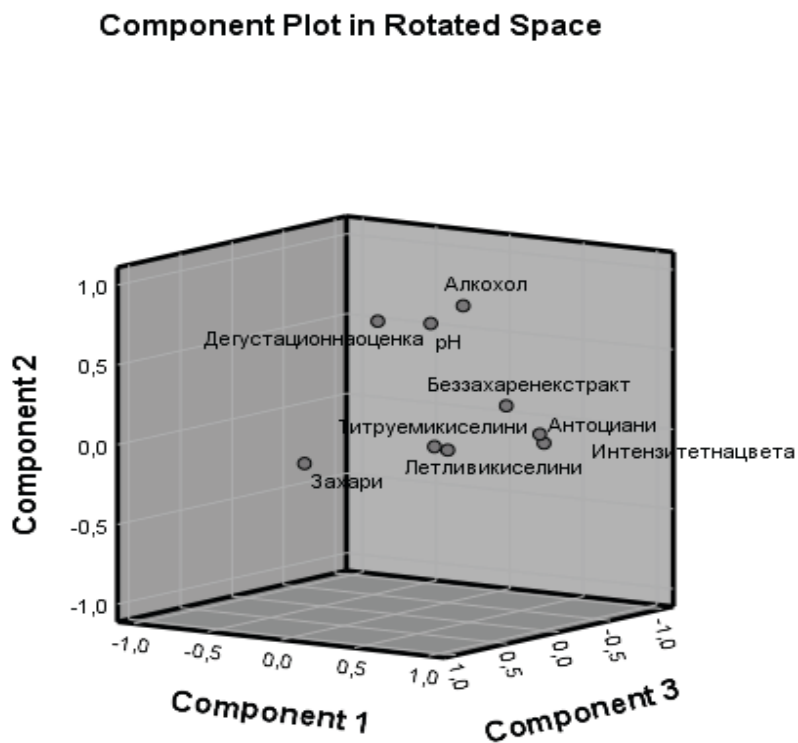
Таблица 2. Факторна матрица за *технологичните* показатели на изследваните червени винени сортове лози

Table 2. Factor matrix on the *technological* indicators of the studied vine varieties for red wines

Показател / Indicator	Component		
	1	2	3
Алкохол / Alcohol		0,690	
Захари / Sugars			0,819
Беззахарен екстракт / Sugar-free extract	0,733		
Титруеми киселини / Titratable acids	0,549		
Летливи киселини / Volatile acids	0,484		
рН		0,655	
Антоциани / Anthocyanins	0,933		
Интензитет на цвета / Colour intensity	0,912		
Дегустационна оценка / Tasting score		0,733	
Процент на общото вариране / Percentage of total variation	32,606	16,910	13,692
Кумулативен процент на общото вариране / Cumulative percentage of total variation	32,606	49,516	63,208



Фигура 2. Стойности на собствените вектори при анализа на главните компоненти
Figure 2. Eigenvector values in principal component analysis



Фигура 3. Визуализиране на разпределението на показателите във фактори
 върху примерното пространство

Figure 3. Visualization of the distribution of indicators into factors in the three-dimensional space

както и факторните тегла на показателите, които го формират, може да се приеме, че с най-голямо влияние при формирането на клъстерите са количеството на антоцианите, интензитетът на цвета и беззахарният екстракт.

ИЗВОДИ

1. Според сходството и отдалечеността на стойностите на *технологичните показатели на виното* изследваните 41 червени винени сорта лози се групират в три обобщени клъстера. Първият клъстер включва 33 сорта, вината на които се характеризират с относително ниско съдържание на беззахарен екстракт, умерено ниво на рН, по-малко антоциани и с нисък интензитет на цвета. Вторият клъстер се състои от сортове, отличаващи се със сравнително голямо съдържание на алкохол във вината, рН, антоциани, интензитет на цвета и висока дегустационна оценка – Сира, Пети вердо и Каберне Совиньон. В третия клъстер са Анчелота, Гран ноар, Дорнфелдер, Аликант Буше и Саперави, вината на които съдържат значително количество антоциани и демонстрират висок интензитет на цвета.

2. Включените в изследването технологични показатели на вината от различните лозови сортове се трансформират до три фактора, обуславящи 63,208% от общата дисперсия. С най-голямо значение е първият фактор, състоящ се от беззахарен екстракт, титруеми и летливи киселини, антоциани и интензитет на цвета на виното и обяснява 32,606% от общото вариране; вторият – алкохол, рН и дегустационна оценка – 16,910% и третият – захари – 13,692%.

3. Съществува висока вариабилност на изследваните сортове по отделните технологични показатели на вината, тъй като ранговете на тяхното класифициране се изменят в големи граници от *a* до *o*. С най-голямо влияние върху обособяването на червените винени сортове в групи са количеството на антоцианите, интензитетът на цвета и беззахарният екстракт във виното.

ЛИТЕРАТУРА

Anastasiadi, M., Zira, A., Magiatis, P., Haroutounian, S. A., Skaltsounis, A. L., & Mikros, E. (2009). 1H

NMR-based metabonomics for the classification of Greek wines according to variety, region, and vintage. Comparison with HPLC data. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(23), 11067-11074.

Bulgarian Ampelography. (1990). General ampelography. Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences. Agricultural Academy. Institute of Viticulture and Enology – Pleven. Sofia, Volume. I, 296 p.

Bulgarian Ampelography. (2010). Private Ampelography, Sofia, Volume II, 280 p.

Bulgarian Ampelography. (2015). Private Ampelography, Sofia, Volume III, 274 p.

Barata, A., Pais, A., Malfeito-Ferreira, M., & Loureiro, V. (2011). Influence of sour rotten grapes on the chemical composition and quality of grape must and wine. *European Food Research and Technology*, 233(2), 183-194.

Câmara, J. S., Alves, M. A., & Marques, J. C. (2006). Multivariate analysis for the classification and differentiation of Madeira wines according to main grape varieties. *Talanta*, 68(5), 1512-1521.

Coetzee, P. P., Steffens, F. E., Eiselen, R. J., Augustyn, O. P., Balcaen, L., & Vanhaecke, F. (2005). Multi-element analysis of South African wines by ICP–MS and their classification according to geographical origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(13), 5060-5066.

Fan, S., Zhong, Q., Faulh-Hassek, C., Pfister, M. K. H., Horn, B., & Huang, Z. (2018). Classification of Chinese wine varieties using 1H NMR spectroscopy combined with multivariate statistical analysis. *Food Control*, 88, 113-122.

Figueiredo-González, M., Martínez-Carballo, E., Cancho-Grande, B., Santiago, J. L., Martínez, M. C., & Simal-Gándara, J. (2012). Pattern recognition of three *Vitis vinifera* L. red grapes varieties based on anthocyanin and flavonol profiles, with correlations between their biosynthesis pathways. *Food Chemistry*, 130(1), 9-19.

Fraige, K., Pereira-Filho, E. R., & Carrilho, E. (2014). Fingerprinting of anthocyanins from grapes produced in Brazil using HPLC–DAD–MS and exploratory analysis by principal component analysis. *Food chemistry*, 145, 395-403.

Geana, E., Ciucure, C., Apetrei, C., & Artem, V. (2019). Application of spectroscopic UV-Vis and FT-IR screening techniques coupled with multivariate statistical analysis for red wine authentication: varietal and vintage year discrimination. *Molecules*, 24 (22), 4166, <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/22/4166/htm>

Geana, E. I., Popescu, R., Costinel, D., Dinca, O. R., Ionete, R. E., Stefanescu, I., ... & Bala, C. (2016). Classification of red wines using suitable markers coupled with multivariate statistic analysis. *Food chemistry*, 192, 1015-1024.

Son, H. S., Hwang, G. S., Ahn, H. J., Park, W. M., Lee, C. H., & Hong, Y. S. (2009). Characterization of wines from grape varieties through multivariate statistical analysis of 1H NMR spectroscopic data. *Food Research International*, 42(10), 1483-1491.

- Xiao, H., Li, A., Li, M., Sun, Y., Tu, K., Wang, S., & Pan, L.** (2018). Quality assessment and discrimination of intact white and red grapes from *Vitis vinifera* L. at five ripening stages by visible and near-infrared spectroscopy. *Scientia Horticulturae*, 233, 99-107.
- Ivanov, T.** (1981). Wine technology. Plovdiv, Publishing house "Hristo G. Danov", 574 p. (Bg).
- Kallithraka, S., Mohdaly, A. A. A., Makris, D. P., & Kefalas, P.** (2005). Determination of major anthocyanin pigments in Hellenic native grape varieties (*Vitis vinifera* sp.): association with antiradical activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(5), 375-386.
- Karimali, D., Kosma, I., & Badeka, A.** (2020). Varietal classification of red wine samples from four native Greek grape varieties based on volatile compound analysis, color parameters and phenolic composition. *European Food Research and Technology*, 246(1), 41-53.
- Landau, S., & Everitt, B. S.** (2004). *A handbook of statistical analyses using SPSS*. Chapman and Hall/CRC.
- Liu, L., Cozzolino, D., Cynkar, W. U., Dambergs, R. G., Janik, L., O'Neill, B. K., ... & Gishen, M.** (2008). Preliminary study on the application of visible–near infrared spectroscopy and chemometrics to classify Riesling wines from different countries. *Food chemistry*, 106(2), 781-786.
- Penkov, M.** (2008). The most valuable varieties of vines and vine rootstocks for creating modern and efficient vineyards in Bulgaria. Sofia, Zemizdat, 159 p. (Bg).
- Roychev, V.** (2012). Ampelography. Academic Publishing House of the Agricultural University - Plovdiv, 574 p. (Bg).
- Rajha, H. N., Boussetta, N., Louka, N., Maroun, R. G., & Vorobiev, E.** (2014). A comparative study of physical pretreatments for the extraction of polyphenols and proteins from vine shoots. *Food Research International*, 65, 462-468.
- Yankov, A.** (1991). Technology of wine production. Sofia, Zemizdat, 355 p. (Bg).
- Ziółkowska, A., Wąsowicz, E., & Jeleń, H. H.** (2016). Differentiation of wines according to grape variety and geographical origin based on volatiles profiling using SPME-MS and SPME-GC/MS methods. *Food Chemistry*, 213, 714-720.