

ŠTATISTICKÁ CHARAKTERIZÁCIA VÍN MODROKAMENSKÉHO VINOHRADNÍCKEHO RAJÓNU

FEDOR MALÍK, ZUZANA TÓBIKOVÁ, VLADIMÍR HRONSKÝ
Chemickotechnologická fakulta STU Bratislava

Kľúčové slová : víno, vinič hroznorodý, viacrozmerná analýza rozptylu

1. ÚVOD

Stredoslovenská vinohradnícka oblasť, jedna zo šiestich slovenských vinohradníckych oblastí, sa člení na ipeľský, hontiansky, vinický, modrokamenský, filakovský, gemerský a ternalský vinohradnícky rajón [1]. S cieľom, exaktne bližšie charakterizovať vína tejto oblasti, podrobili sme parametre ich chemického zloženia potrebám matematicko-štatistického vyhodnotenia. Týmto metodickým prístupom sme analyzovali odrodové vína ročníkov 1991–1995, pochádzajúce od najvýznamnejšieho výrobcu modrokamenského rajónu – Franko-Movino, spol. s r. o., Veľký Krtíš [2].

Vinice modrokamenského rajónu sa nachádzajú na južných a juhozápadných svahoch Krupinskej vrchoviny, ktoré pozvoľne prechádzajú do Ipeľskej kotliny. Klimatické podmienky v severnej časti rajónu sú drsnejšie, južná časť sa nachádza v teplej, mierne suchej mikrooblasti, ktorú navyše charakterizujú i mierne zimy. Pôdne typy predstavujú prevažne hnedozeme s hliníťmi a ílovitými druhmi. Vinič hroznorodý sa dnes v tomto rajóne pestuje na ploche približne 1000 ha. Nosnými odrodami tohto rajónu sú Veltlínske zelené, Rizling vlašský, Müller-Thurgau, Burgundské biele, Rizling rýnsky, ako aj modré odrody Frankovka modrá a Vavrincecké [3].

Najväčším výrobcom vína modrokamenského rajónu je spoločnosť Franko – Movino vo Veľkom Krtíši. Spracováva ročne cca 10 000 t hrozna a má skladovaciu kapacitu 75 000 hl vína. Spoločnosť patrí k najserióznejším slovenským výrobcom hroznového vína, čo bolo hlavným podnetom pri kročiť k objektívnej charakterizácii ich výrobkov [4].

Rozsiahly prehľad základných chemicko-analytických údajov o prírodných odrodových vínach ročníkov 1991–1995, poskytnutý výrobcom, je veľavravný, avšak neprehľadný. Orientácia v obrovskom súbore údajov je obtiažna. Vynášať reprodukovateľné charakteristiky o kvalite odrodových vín viacerých ročníkov, domnievame sa, je bez použitia matematicko-štatistického aparátu a bez vhodného štatistického programu [5, 6, 7], prakticky nemožné. Exploatacia štatistických metód, ktoré pre takéto ciele boli už raz použité, otvára, metodicky i prakticky, nové možnosti charakterizácie kvality i štandardnosti hroznového vína [5].

2. METODICKÁ ČASŤ

Pre účely štatistického spracovania výsledkov sme použili metódu viacrozmernej analýzy rozptylu (analýzu kovariancie).

Touto metódou sa porovnávajú náhodné vektory Y_i ($i = 1, 2, \dots, k$; Y_1 – Veltlínske zelené 1991, Y_2 – Veltlínske zelené 1992, ...). Predpokladáme, že p -rozmerný náhodný vektor Y_i má strednú hodnotu $E(Y_i) = \mu_i$ a kovariančnú maticu $C(Y_i) = \Sigma$ ($i = 1, 2, \dots, k$).

Úlohou viacrozmernej analýzy rozptylu je testovať hypotézu

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k \quad H_1: \text{neplatí } H_0$$

Ako testovacie kritérium sa používa napríklad Wilksova štatistika, ktorá je uvedená v tabuľke 1 pre rôzne k (k je počet porovnávaných ročníkov) a je funkciou parametra $\Lambda = |S_E| / |S_T|$, kde $|S_E|$ a $|S_T|$ sú determinanty výberových kovariančných matic, ktoré charakterizujú variabilitu a vazby (kovariancie) vnútri jednotlivých ročníkov vín (S_E) a celkovú variabilitu a kovariancie v rámci všetkých ročníkov (S_T). Prvá etapa úlohy sa rieši pomocou tabuľky 1 [5], kde $F_{p, n-p-1, 1-\alpha}$ je kvantil Fisherovho rozdelenia.

Ak hypotézu H_0 nezamietneme, to znamená, že medzi ročníkmi vín nie je významný rozdiel z hľadiska pozorovaných p – ukazovateľov, úloha je vyriešená už v prvej etape. Ak však hypotézu H_0 zamietneme a prijímame hypotézu H_1 , znamená to, že jednotlivé ročníky vína sa líšia. Potom je rozumné sa pýtať, ktoré ročníky sa navzájom líšia a v ktorých ukazovateľoch sa líšia (napr. v obsahu alkoholu). Táto problematika je riešená v druhej etape analýzy kovariancie.

Úloha bola riešená programom ANCOV z Katedry matematiky CHTF STU Bratislava. Poznamenajme ešte, že n je počet všetkých pozorovaní a $r = \max \{p, k-1\}$.

3. VÝSLEDKY

Viacrozmernou analýzou rozptylu charakterizujeme odrodové vína Veltlínske zelené, Müller-Thurgau, Rulandské biele, Rizling rýnsky, Vavrincecké a Frankovku modrú ročníkov 1991, 1992, 1993, 1994 a 1995. Podkladom k analýze boli údaje o koncentrácii alkoholu (% obj. Alk), celkových kyselín (g/l CK), oxidu siričitého voľného (SO_2) i celkového (mg/l SO_5). Priemery týchto hodnôt v jednotlivých skupinách (ročníkoch) pre analyzované odrodové vína, ako aj hodnoty testovacích kritérií a kritické obory testov, uvádzajú tabuľky 2 až 7.

4. DISKUSIA

Testovaním rovnosti stredných hodnôt ná-

hodných vektorov, boli na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ zistené pozoruhodné rozdiely medzi jednotlivými ročníkmi veľkokrtíšskych odrodových vín. Pri odrodovom víne Veltlínske zelené sa jednotlivé ročníky 1991 – 1995 líšia vo všetkých zložkách (tab. 2). Ročníky odrodového vína Müller-Thurgau sa líšia v hodnotách koncentrácií celkových kyselín (2. zložka), voľného (3. zložka) i celkového SO_2 (4. zložka) (tab. 3). Ročníky odrodového vína Rulandské biele sa líšia v 2. a 4. zložke (tab. 4). Len v 2. zložke sa líšia pozorované ročníky odrodového vína Rizling rýnsky (tab. 5). Pozorované ročníky odrodového vína Vavrincecké sa líšia v 1., 2. a v 3. zložke a ročníky odrodového vína Frankovka modrá sa líšia v 1. a 4. zložke (tab. 6 a 7).

Kvalita odrodových vín je, a nielen v našom špeciálnom prípade, z roka na rok rozdielnym spôsobom ovplyvňovaná pôdno-klimatickými podmienkami, najmä však (a to je potrebné zvlášť v prípade slovenského i českého vinárstva zdôrazniť) zaužívanými technologickými postupmi. Pri analýze rozdielov prvej zložky (koncentrácia alkoholu) je toto konštatovanie obzvlášť výpovedné. Len zanedbateľne nízke percento stoviek analyzovaných odrodových vín ročníkov 1991 – 1995 je „čistým“ produktom metabolizmu *Vitis vinifera*. Hladina cukru v prírodnom mušte drvivej väčšiny vzoriek bola upravovaná repným cukrom. Znamená to, že koncentrácia prvej zložky je v rézii dodržiavania, či nedodržiavania technologického postupu. (Navyše ak väčšina produktov kvasila spontánnou fermentáciou, kde výťažnosť alkoholu je nekontrolovateľná). Rovnako sa rozdiely v koncentráciách tretej a štvrtej zložky sa „podpisal“ technologický, či skôr ľudský faktor. (Predsa však len do istej miery je ovplyvniteľný aciditou vína a disociačnou konštantou kyseliny siričitej.)

Zdá sa tak, že len za zmeny v druhej zložke je zodpovedná predovšetkým príroda. Existujú tzv. nepriaznivé – „kyslé“ a priaznivé – menej kyslé ročníky. Neplatí to však jednotne pre všetky odrody viniča – pre

Tab. 1 Testovanie rovnosti stredných hodnôt

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k \quad H_1: \text{neplatí } H_0$		
Prípád	Testovacie kritérium	Kritický obor W_α
$k = 2$	$F = \frac{(1 - \Lambda)(n - p - 1)}{p \Lambda}$	$(F_{p, n-p-1, 1-\alpha}, \infty)$
$\min \{p, k-1\} = 2$	$F = \frac{(n - r - 2)(1 - \sqrt{\Lambda})}{r \sqrt{\Lambda}}$	$(F_{2r, 2n-2r-4, 1-\alpha}, \infty)$
$\min \{p, k-1\} > 2$	$\chi^2 = \frac{p + k + 2 - 2n}{2} \ln \Lambda$	$(\chi^2_{pk-p, 1-\alpha}, \infty)$

Tab. 2 Priemery v skupinách pre odrodové víno Veltlínske zelené (spol. s.r.o Franko – Movino Veľký Krtíš)

Skupina (ročník)	1. zložka (Alk.)	2. zložka (CK)	3. zložka (SO ₂ v)	4. zložka (SO ₂ c)
1991	11,471	6,633	25,048	56,857
1992	11,694	5,872	27,889	107,611
1993	11,581	6,912	18,846	50,654
1994	11,020	8,727	8,467	34,600
1995	11,789	6,167	12,556	34,667
Celkový priemer	11,505	6,866	19,753	59,315

Testovanie rovnosti stredných hodnôt $k = 5$ náhodných vektorov (ročníkov):
 α – je hladina významnosti testu, $\alpha = 0,05$

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$ H_1 : neplatí H_0

Hodnota testovacieho kritéria: $F = 151,267$

Kritický obor testu: $W_{0,05} = (26,296; \infty)$

Záver: Je rozdiel v ročníkoch vína Veltlínske zelené [$151,267 \in (26,296; \infty)$]

Rozdiely v zložkách $k = 5$ náhodných vektorov:

Zložky náhodných vektorov	Hodnota testovacieho kritéria F_i	Kritická hodnota F_{kr}
1. zložka	27,717	26,296
2. zložka	38,743	26,296
3. zložka	77,635	26,296
4. zložka	41,912	26,296

Záver: Jednotlivé ročníky vína Veltlínske zelené sa líšia vo všetkých 4 zložkách ($F_i > F_{kr}$)

Tab. 4 Priemery v skupinách pre odrodové víno Rulandské biele (spol. s.r.o Franko – Movino Veľký Krtíš)

Skupina (ročník)	1. zložka (Alk.)	2. zložka (CK)	3. zložka (SO ₂ v)	4. zložka (SO ₂ c)
1991	11,150	5,250	23,333	95,667
1992	11,627	5,436	31,091	109,727
1993	11,633	7,328	18,056	38,833
1994	11,725	6,375	10,250	74,250
1995	11,520	5,400	20,800	98,200
Celkový priemer	11,561	6,266	21,636	74,273

Testovanie rovnosti stredných hodnôt $k = 5$ náhodných vektorov (ročníkov):
 α – je hladina významnosti testu, $\alpha = 0,05$

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$ H_1 : neplatí H_0

Hodnota testovacieho kritéria: $F = 104,712$

Kritický obor testu: $W_{0,05} = (26,296; \infty)$

Záver: Je rozdiel v ročníkoch vína Rulandské biele [$104,712 \in (26,296; \infty)$]

Rozdiely v zložkách $k = 5$ náhodných vektorov:

Zložky náhodných vektorov	Hodnota testovacieho kritéria F_i	Kritická hodnota F_{kr}
1. zložka	12,198	26,296
2. zložka	51,055	26,296
3. zložka	22,134	26,296
4. zložka	53,849	26,296

Záver: Jednotlivé ročníky vína Rulandské biele sa líšia v 2., a v 4. zložke ($F_1, F_3 < F_{kr}$)

Tab. 6 Priemery v skupinách pre odrodové víno Vavrínecké (spol. s.r.o Franko – Movino Veľký Krtíš)

Skupina (ročník)	1. zložka (Alk.)	2. zložka (CK)	3. zložka (SO ₂ v)	4. zložka (SO ₂ c)
1991	11,317	6,038	27,828	64,448
1992	11,822	5,939	29,778	78,611
1993	11,527	5,153	29,600	71,533
1994	11,500	4,943	18,857	31,143
1995	11,520	6,180	15,400	44,000
Celkový priemer	11,514	5,741	26,973	64,797

Testovanie rovnosti stredných hodnôt $k = 5$ náhodných vektorov (ročníkov):
 α – je hladina významnosti testu, $\alpha = 0,05$

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$ H_1 : neplatí H_0

Hodnota testovacieho kritéria: $F = 104,173$

Kritický obor testu: $W_{0,05} = (26,296; \infty)$

Záver: Je rozdiel v ročníkoch vína Vavrínecké [$104,173 \in (26,296; \infty)$]

Rozdiely v zložkách $k = 5$ náhodných vektorov:

Zložky náhodných vektorov	Hodnota testovacieho kritéria F_i	Kritická hodnota F_{kr}
1. zložka	27,708	26,296
2. zložka	34,683	26,296
3. zložka	27,686	26,296
4. zložka	25,199	26,296

Záver: Jednotlivé ročníky vína Vavrínecké sa líšia v 1., 2. a 3. zložke ($F_4 < F_{kr}$)

Tab. 3 Priemery v skupinách pre odrodové víno Müller Thurgau (spol. s.r.o Franko – Movino Veľký Krtíš)

Skupina (ročník)	1. zložka (Alk.)	2. zložka (CK)	3. zložka (SO ₂ v)	4. zložka (SO ₂ c)
1991	11,850	6,575	18,250	81,000
1992	11,271	5,700	24,000	129,143
1993	11,821	6,807	23,429	45,000
1994	11,552	8,211	11,518	32,000
1995	11,856	7,322	8,667	41,111
Celkový priemer	11,643	7,390	15,571	50,095

Testovanie rovnosti stredných hodnôt $k = 5$ náhodných vektorov (ročníkov):
 α – je hladina významnosti testu, $\alpha = 0,05$

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$ H_1 : neplatí H_0

Hodnota testovacieho kritéria: $F = 119,902$

Kritický obor testu: $W_{0,05} = (26,296; \infty)$

Záver: Je rozdiel v ročníkoch vína Müller Thurgau [$119,902 \in (26,296; \infty)$]

Rozdiely v zložkách $k = 5$ náhodných vektorov:

Zložky náhodných vektorov	Hodnota testovacieho kritéria F_i	Kritická hodnota F_{kr}
1. zložka	16,569	26,296
2. zložka	61,470	26,296
3. zložka	36,586	26,296
4. zložka	57,135	26,296

Záver: Jednotlivé ročníky vína Müller Thurgau sa líšia v 2., 3. a v 4. zložke ($F_i < F_{kr}$)

Tab. 5 Priemery v skupinách pre odrodové víno Rizling rýnsky (spol. s.r.o Franko – Movino Veľký Krtíš)

Skupina (ročník)	1. zložka (Alk.)	2. zložka (CK)	3. zložka (SO ₂ v)	4. zložka (SO ₂ c)
1991	11,521	5,157	35,429	89,143
1992	11,480	5,080	25,000	95,000
1993	11,900	8,333	20,000	30,000
1994	11,222	7,622	18,889	55,222
1995	11,850	6,450	12,000	54,000
Celkový priemer	11,488	6,185	26,515	73,273

Testovanie rovnosti stredných hodnôt $k = 5$ náhodných vektorov (ročníkov):
 α – je hladina významnosti testu, $\alpha = 0,05$

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$ H_1 : neplatí H_0

Hodnota testovacieho kritéria: $F = 60,711$

Kritický obor testu: $W_{0,05} = (26,296; \infty)$

Záver: Je rozdiel v ročníkoch vína Rizling rýnsky [$60,711 \in (26,296; \infty)$]

Rozdiely v zložkách $k = 5$ náhodných vektorov:

Zložky náhodných vektorov	Hodnota testovacieho kritéria F_i	Kritická hodnota F_{kr}
1. zložka	9,310	26,296
2. zložka	28,615	26,296
3. zložka	17,407	26,296
4. zložka	10,376	26,296

Záver: Jednotlivé ročníky vína Rizling rýnsky sa líšia v 2. zložke ($F_2 > F_{kr}$)

Tab. 7 Priemery v skupinách pre odrodové víno Frankovka (modrá spol. s.r.o Franko – Movino Veľký Krtíš)

Skupina (ročník)	1. zložka (Alk.)	2. zložka (CK)	3. zložka (SO ₂ v)	4. zložka (SO ₂ c)
1991	11,950	5,425	36,250	90,000
1992	12,050	5,750	32,083	67,167
1993	11,825	4,975	29,750	57,500
1994	10,561	6,615	22,769	103,077
1995	11,767	6,650	19,833	41,833
Celkový priemer	11,477	6,064	27,282	76,590

Testovanie rovnosti stredných hodnôt $k = 5$ náhodných vektorov (ročníkov):
 α – je hladina významnosti testu, $\alpha = 0,05$

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$ H_1 : neplatí H_0

Hodnota testovacieho kritéria: $F = 80,435$

Kritický obor testu: $W_{0,05} = (26,296; \infty)$

Záver: Je rozdiel v ročníkoch vína Frankovka modrá [$80,435 \in (26,296; \infty)$]

Rozdiely v zložkách $k = 5$ náhodných vektorov:

Zložky náhodných vektorov	Hodnota testovacieho kritéria F_i	Kritická hodnota F_{kr}
1. zložka	51,079	26,296
2. zložka	12,922	26,296
3. zložka	13,416	26,296
4. zložka	27,004	26,296

Záver: Jednotlivé ročníky vína Frankovka modrá a v 1. a v 4. zložke ($F_1, F_4 > F_{kr}$)

Veltlínske zelené a Müller Thurgau bol „najkyslejší“ ročník 1994 a najmenej kyslý ročník 1992. Kyslosť versus stupeň technologickej zrelosti hrozna je častou diskutovanou témou. Rizling rýnsky ročníka 1993 obsahoval v priemere 8,333 g/l kyselín. Krátka a mokrá jeseň mu v tom roku nepriala, v plodoch sa kyseliny nedostatočne odbúrali, koncentrácia cukru bola nízka. Takmer všetko však napravila šaptalizácia [9].

Štatistická charakterizácia kompozičnej zostavy hroznového vína by sa mala v budúcnosti „oprieť“ o väčší počet zložiek, ktoré by komplexnejšie zhodnotili šandardnosť jeho kvality. Máme na mysli predovšetkým

údaje o cukornom i necukornom extrakte, o koncentrácii prchavých kyselín, ostatných organických kyselinách, vedľajších produktoch alkoholového kvasenia. Metóda, ktorú sme testovali v tomto prípade, by sa stala údernejšia a hodnotnejšia.

LITERATÚRA

- [1] Zákon Národnej rady Slovenskej republiky z 25. októbra 1996 o vinohradníctve a vinárstve. Zbierka zákonov Slovenskej republiky, čiastka 118, 23. novembra 1996.
- [2] TÓBIKOVÁ, Z.: Analýza hroznových vín stredoslovenského vinohradníckeho

regiónu (diplomová práca). CHTF STU Bratislava 1997, s. 78.

- [3] CELLENG, O.: Vinohrad **32**, 1994, s. 49.
- [4] HRUŠKA, M.: Vinohrad **32**, 1994, s. 50.
- [5] VARGA, Š., MALÍK, F.: Vinohrad **33**, 1995, s. 11.
- [6] VARGA, Š.: Math. Slovaca **36**, 1986, s. 163.
- [7] VARGA, Š.: Appl. Math. **36**, 1991, s. 134.
- [8] VARGA, Š.: Math. Bohemica **121**, 1996, s. 29.
- [9] MALÍK, F.: Dobré víno. Polygrafia SAV Bratislava, 1996 s. 341.

*Lektoroval RNDr. Š. Varga, CSc.
Do redakcie došlo 17. 10. 1997*