

Využitie izotachoforézy na identifikáciu a stanovenie kyselín vo víne

663.253.2 663.251

Doc. Ing. JÁN FARKAŠ, CSc., RNDr. MARIAN KOVÁČ, Komplexný výskumný ústav vinohradnícky a vinársky, MODRA

Kyseliny sú významným faktorom kvality a stability vína. Dodávajú vínu požadovanú kyslosť a zvyšujú trvanlivosť a stabilitu vína.

Vo víne nachádzajú sa najmä kyseliny: vínná, jablčná, mliečna, jantárová, citrónová a octová. Ich obsah je závislý od zrelosti hrozna, odrôdy, priebehu kvasného procesu a spôsobu ošetrovania pri vytváraní a zrení vína.

Vplyvom fyzikálno-chemických a biochemických procesov a v závislosti od uvedených faktorov nastávajú značné kvantitatívne zmeny v obsahu jednotlivých kyselín. Zmeny nastávajú najmä vyzrážaním kyseliny vínnej vo forme vínanov v súvislosti s ich menšou rozpustnosťou v prítomnosti alkoholu a odbúravaním kyseliny jablčnej účinkom mliečnych baktérií.

Identifikácia jednotlivých kyselín vo víne a ich kvantitatívne zhodnotenie je dosť veľkým problémom, čo je spôsobené tým, že metódy, ktoré je možné na stanovenie a identifikáciu jednotlivých kyselín použiť, ako spektrofotometria, chromatografia, príp. enzymatické metódy sú pomerne zdľhavé. Z toho dôvodu zmeny v obsahu kyselín sledujú sa len súhrne pomocou titrácií, pričom sa stanovujú titrovateľné kyseliny a prchavé kyseliny. Tieto metódy nedávajú však dostatočnú informáciu o vývoji, vytváraní a zrení vína.

V posledných rokoch tento problém uspokojivo rieši pomerne nová, progresívna technika — izotachoforeza. Jej možnosti sa najvýraznejšie prejavujú pri analýze komplexných zmiesí, najmä anionického charakteru.

Využitie izotachoforézy začína v sedemdesiatych rokoch po skonštruovaní vhodných prístrojov [1, 2], z ktorých niektoré sú aj komerčne prístupné (napr. firma LKB Bromma, Švédsko a Shimadzu, Japonsko).

Kapilárna izotachoforeza je svojimi vlastnosťami optimálnou metódou na analýzu vína. Vyznačuje sa vysokou separačnou schopnosťou, rýchlosťou a presnosťou stanovenia, a preto je vhodná aj na sledovanie fyzikálno-chemických a biochemických procesov, ktoré prebiehajú pri vytváraní a zrení vína.

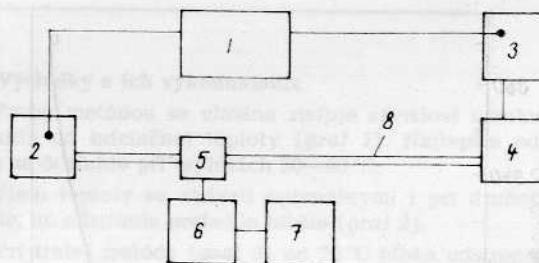
Využitie kapilárnej izotachoforézy vo vinárskej technológii pri sledovaní kyselín, kationov a aminokyselín sme odskúšali už v r. 1978 (Farkaš, Polonský) [3] a Farkaš [4]. Potom boli uverejnené ďalšie práce v r. 1979 (Sudraud a Chauvet) [10] pri sledovaní kyselín, ako aj ďalšie práce (Farkaš, Kováč, Polonský) [5] a ďalší [7, 8].

Zariadenie na kapilárnu izotachoforézu

Prístroj na izotachoforézu, ktorý máme v Komplexnom

výskumnom ústave vinohradníckom a vinárskom v Modre zhovobili na Chemickom ústave Univerzity Komenského v Bratislave.

Zariadenie pozostáva z vysokonapäťového zdroja prúdu, izotachoforetickej kolónie s príslušenstvom a detekčného vodivostného zariadenia a zapísovača. Dvojlíniový zapísovač je vyrobený v Maďarsku.

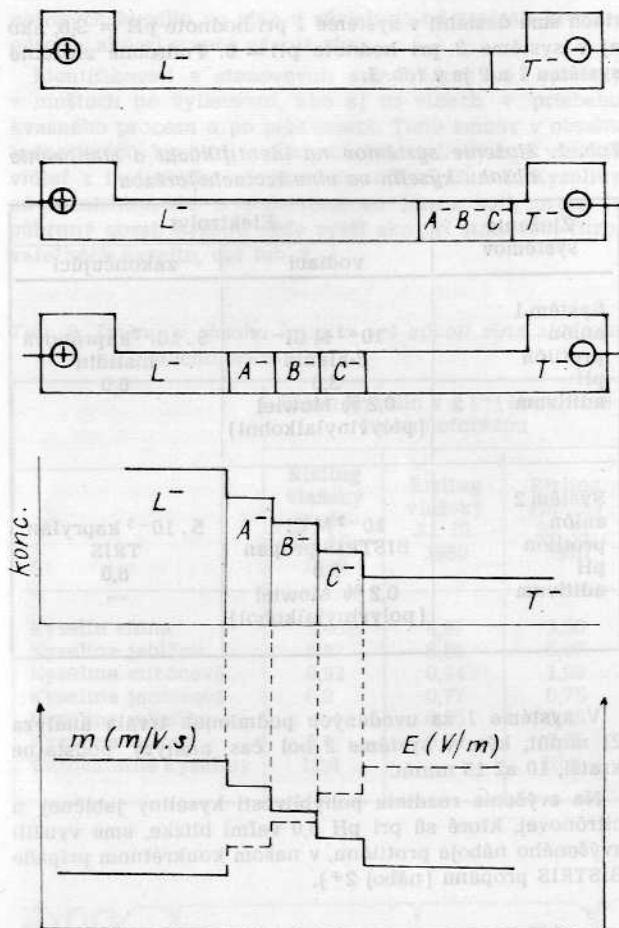


Obr. 1. Bloková schéma pre zariadenia na kapilárnu izotachoforézu, 1 — zdroj prúdu, 2 a 3 — rezervoár vodiaceho resp. zakončujúceho elektrolytu, 4 — dávkovacie zariadenie, 5 — detektor, 6 — vyhodnocovacie zariadenie, 7 — registračné zariadenie, 8 — kapilára.

Priestroj na kapilárnu izotachoforézu je možno znázorniť blokovou schémou, ktorá je na obr. 1, kde 1 — je zdroj prúdu, 2 a 3 — rezervoár vodiaceho, resp. zakončujúceho elektrolytu, 4 — dávkovacie zariadenie, 5 — detektor, 6 — vyhodnocovacie zariadenie, 7 — registračné zariadenie, 8 — kapilára.

Zdroj prúdu [7] umožňujúci stabilizovať prúd v rozmedzi 0—500 A (s presnosťou 0,01 % rel.) a s napäťovým rozsahom 0—20 kV. Separáčna jednotka je podobná ako je popísaná [1]. Kapilára vnútorného priemeru 0,35 mm dĺžky $l = 25$ cm z materiálu FEP. Použitý vodivostný detektor [8] sa vyznačuje veľmi dobrou reprodukovanosťou záznamov, lacným, jednoduchým a rýchlym zhotovením ako i použiteľnosťou v nevodných prostrediaciach.

Veľmi dôležitú úlohu pri použití kapilárnej izotachoforezy má otázka detektora, pretože len univerzálny a doстатcočne citlivý detektor môže plne využiť možnosti poskytované touto metódou. V súčasnosti sa používajú nasledovné typy detektorov: vodivostný, gradientový, termometrický a UV-detektor. Ako najoptimálnejšou varian-



Obr. 2. Schématické znázornenie priebehu izotachoforetickej separácie, m — pohyblivosť, E — intenzita elektrického pola

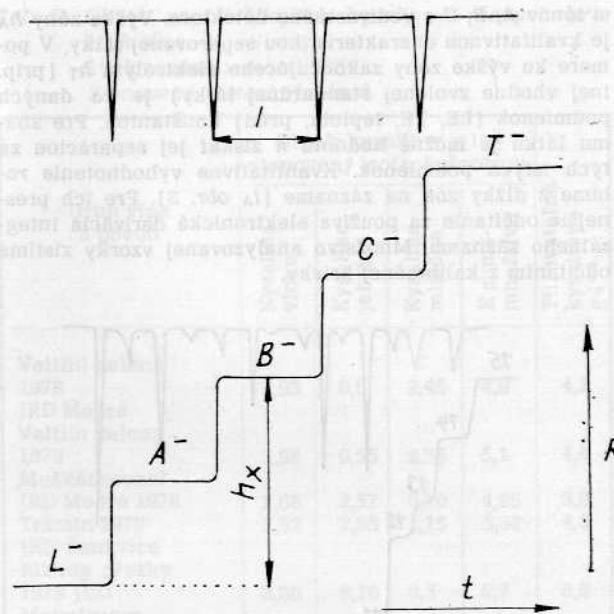
tou sa zdá kombinácia univerzálneho vodivostného so špecifickým UV-detektorm.

Princíp izotachoforézy

Izotachoforéza je jednou z techník elektroforézy, ktorou je možné separovať aniony a kationy. Podstata separácie je založená na rozdielnej pohyblivosti delených zložiek. Pohyblivosť „u“ je zložitou funkciou viacerých premenných (pH, solvatácia, komplexotvorné vlastnosti a pod.). Mnohé z nich je možné vhodne a jednoducho meniť, za účelom optimálneho rozdelenia separovanej zmesi.

Jednou analýzou je možné súčasne stanovovať bud aniony, alebo kationy.

Na príklade separácie anionov (situácia pre analýzu kationov je analogická) je stručne a zjednodušene vysvetľný princíp delenia na schématickom znázornení obr. 2, postupne zhora dolu. Anodový priestor a kapilára sa napĺňa roztokom (leading electrolyte LE), ktorého anion L^- má najvyšiu pohyblivosť z celej separovanej zmesi. Súčasťou LE je tlmiaci katión (protián), ktorý zaručuje konštantnosť pH počas delenia. Katódový priestor je naplnený roztokom (terminating electrolyte TE), ktorého anion $[T^-]$ má nižšiu pohyblivosť ako ktorýkoľvek zo sledovaných aniónov zmesi (obr. 2). Do rozhrania týchto elektrolytov dávkujeme (mikrostriekačkou alebo dávkovacím kohútom) vzorku, v ktorej pre pohyblivosť platí: $u_A > u_B > u_C$. Po zapnutí jednosmerného elektrické-



Obr. 3. Modelový izotachoforeogram z vodivostného detektora h_x — výška zóny (kvalitatívny údaj) 1 — dĺžka zóny (kvantitatívny údaj), R — odpor, t — čas.

ho prúdu sa ióny v kapiláre rozdelia po určitom čase do tesne za sebou idúcich zón v poradí ich klesajúcej pohyblivosti. Zóny sa pohybujú konštantnou rýchlosťou (prúd je konštantný) a odtiaľ i názov izotachoforéza (grécky izo — rovnaký; tacho — rýchlosť). Vzhľadom na to, že sa zóny pohybujú rovnakou rýchlosťou a súčasne majú rozdielnú pohyblivosť, má každá zóna inú intenzitu elektrického pola (E), ktorá túto rýchlosť dodržuje. Intenzita elektrického pola je v celej zóne konštantná a od zóny k zóne vzrástá. Hranice zón sú ostré, pretože ak napr. ión A prenikne do zóny B bude sa v tejto pohybovať rýchlejšie, pretože intenzita elektrického pola je tu vyššia. To znamená, že rýchlosť A je potom vyššia ako B a A sa automaticky vráti do vlastnej zóny. Podobne ak ión B sa dostane do zóny A (napr. difúziou), vráti sa do vlastnej zóny s vyššou intenzitou pola. Tento efekt (tzv. zaostrujúci) výrazne odlišuje izotachoforézu pred ostatnými elektroforetickými technikami. Priebeh niektorých charakteristických veličín (intenzita elektrického pola E , pohyblivosť iónov „u“, koncentrácia c) je na obr. 2.

Koncentrácia iónov v zónach nie je ľubovoľná, ale je viazaná na koncentráciu vodiaceho aniónu c_L pomocou tzv. Kohlrauschovej regulačnej funkcie:

$$\frac{c_L}{c_A} = \frac{u_L}{u_L + u_R} \cdot \frac{u_A + u_R}{u_A}$$

kde c_L je koncentrácia vodiaceho aniónu

c_A — koncentrácia separovaného aniónu

u_L — pohyblivosť vodiaceho aniónu

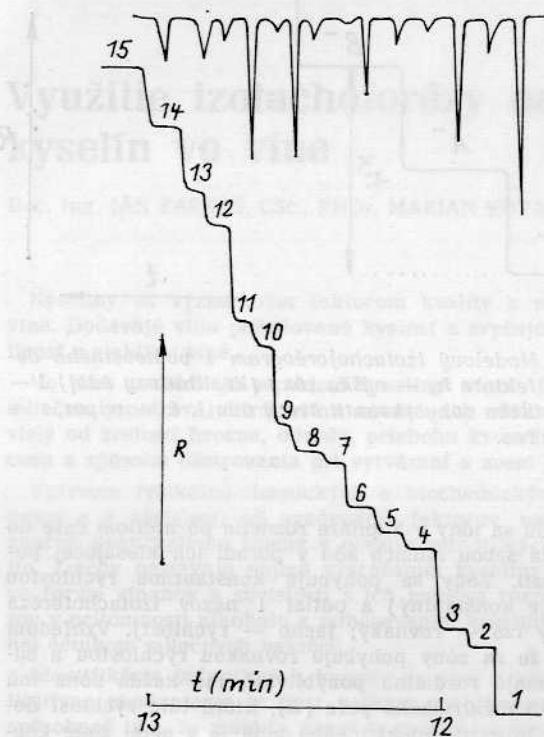
u_A — pohyblivosť separovaného aniónu

u_R — pohyblivosť protiánu

Dôsledkom tohto vzťahu pre kvantitatívnu analýzu je lineárny vzťah medzi nadávkovaným množstvom a dĺžkou zóny.

Ako už bolo spomenuté, každá zóna obsahuje ión o inej pohyblivosti a má i inú vodivosť. Táto vlastnosť sa využíva v dosiaľ najpoužívanejšej vodivostnej detekcii. Na obr. 3 je modelový záznam (tzv. izotachoforeogram) zme-

si iónov A , B , C z vodivostného detektora. Výška zóny h_A je kvalitatívou charakteristikou separovanej látky. V pomere ku výške zóny zakončujúceho elektrolytu h_T (príp. iné vhodne zvolenej štandardnej látky) je za daných podmienok (LE, TE, teplota, prúd) konštantou. Pre známu látku je možné hodnotu h získať jej separáciou za tých istých podmienok. Kvantitatívne vyhodnotenie robíme z dĺžky zón na zázname (obr. 3). Pre ich presnejšie odčítanie sa používa elektronická derivácia integračného záznamu. Množstvo analyzovanej vzorky zistíme odčítaním z kalibračnej krivky.



Obr. 4. Záznam modelovej zmesi kyselín v systéme uvedenom v tab. 2.

Injektované množstvo 1 μl , koncentrácia cca 10^{-3} , prúd 40 μA , R — odpór.

1 — chloridy, 2 — sírany, 3 — štavelany, 4 — vínany, 5 — jablčnany, 6 — jantarany, 7 — citrónany, 8 — pyrohroznany, 9 — octany, 10 — mliečnany, 11 — fosforečnany, 12 — asparagáty, 13 — sorbany, 14 — askorban, 15 — kaprylany.

Cas analýzy pri kapilárnej izotachoforéze sa pohybuje podľa povahy analyzovaného substrátu od 5—25 minút. Minimálna možnosť straty analyzovaného materiálu (adsorpcia na teflone) umožňuje vysokú presnosť a reproducibilnosť ($\pm 2\%$ rel.) metódy. Bežne používané dávkované objemy sú 0—50 μl , minimálna dávkovateľná koncentrácia cca 10^{-6} $\text{m}\text{o}\text{l} \cdot \text{l}^{-1}$, minimálne detekovateľné množstvo cca 10^{-9} g.

Identifikácia a stanovenie obsahu kyselín vo víne

Pri identifikácii a stanovení jednotlivých kyselín vo víne vyskúšali sme separáciu v nasledovných systémoch:

0,01 M HCl + histidín	pH = 6,0
0,01 M HCl + kreatinín	pH = 5,0
0,01 M HCl + β -alanín	pH = 4,0
0,01 M HCl + β -alanín	pH = 3,0

Najoptimálnejšie rozdiely v efektívnych pohyblivos-

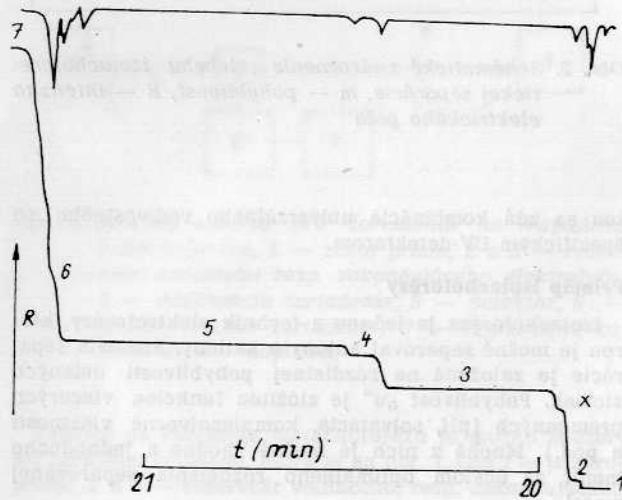
tiach sme dosiahli v systéme 1 pri hodnote pH = 3,0, ako aj v systéme 2 pri hodnote pH = 6. Podrobne zloženie systému 1 a 2 je v tab. 1.

Tab. 1. Zloženie systémov na identifikáciu a stanovenie obsahu kyselín vo víne izotachoforézou

Zloženie systémov	Elektrolyt	
	vodiaci	zakončujúci
Systém 1 anión protión pH aditívum	10^{-2} M Cl ⁻ β -alanín 3,0 0,2 % Mowiel (polyvinylalkohol)	$5 \cdot 10^{-3}$ kaprónová histidín 6,0
Systém 2 anión protión pH aditívum	10^{-2} M Cl ⁻ BISTRIS propan 6,0 0,2 % Mowiel (polyvinylalkohol)	$5 \cdot 10^{-3}$ kaprylán TRIS 8,0 —

V systéme 1 za uvedených podmienok trvala analýza 21 minút, kým v systéme 2 bol čas analýzy podstatne kratší, 10 až 15 minút.

Na zvýšenie rozdielu pohyblivosti kyseliny jablčnej a citrónovej, ktoré sú pri pH 6,0 veľmi blízke, sme využili zvýšeného náboja protiónu, v našom konkrétnom prípade BISTRIS propánu (náboj 2^+).



Obr. 5. Záznam analýzy muštu Rizling vlašský v systéme tab. 1. Injektované množstvo 2 μl , riedenie 1 : 25, prúd 40 μA , R — odpór.

1 — chloridy, 2 — sírany, 3 — vínany, 4 — citrónany, 5 — jablčnany, 6 — mliečnany, 7 — kaprylany, X — neidentifikovaná zóna

Pri sledovaní obsahu kyselín vo víne používali sme oba systémy.

Pripriavili sme modelovú zmes kyselín, ktoré sa nachádzajú vo víne a analyzovali sme ju v systéme 2.

Záznam modelovej zmesi kyselín je na obr. 4.

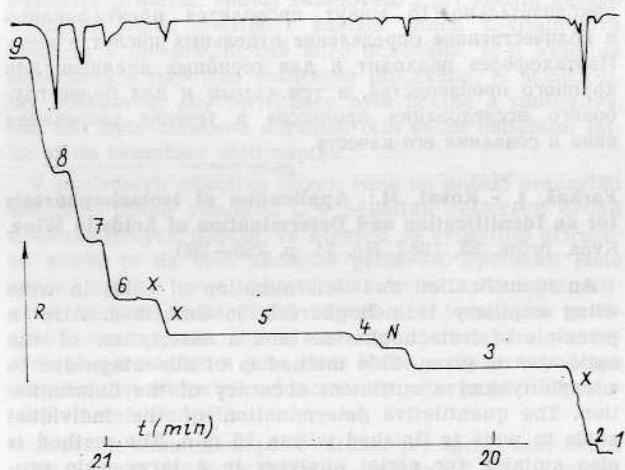
V uvedených systémoch urobili sme celé série analýz v rôznych druhoch vín, pričom sme sledovali obsah jed-

notlivých kyselin vo víne v závislosti od zrelosti hrozna, odrôdy, ako aj stupňa vývoja vína.

Identifikovali a stanovovali sme jednotlivé kyseliny v muštoch po vylisovaní, ako aj vo vínoch v priebehu kvasného procesu a po prekvasení. Tieto zmeny v obsahu jednotlivých kyselín v rôznych štadiach vývoja vína je vidieť z izotachoforeogramov na obr. 5, 6 a 7. Kyseliny sú identifikované a stanovené vo forme solí, preto je súhrnný obsah kyselín vždy vyšší ako pri stanovení titrovateľných kyselín, viď tab. 2.

Tab. 2. Zmeny v obsahu kyselín pri vývoji vína sledované izotachoforézou

	Obsah kyselín v g l ⁻¹ stanovené izotachoforézou		
	Rizling vlašský mušt 24. 10. 1980	Rizling vlašský 31. 10. 1980	Rizling vlašský 25. 11. 1980
Kyseliná vínna	5,48	4,97	3,50
Kyselina jablčná	8,67	6,50	5,97
Kyselina citrónová	0,92	0,94	1,09
Kyselina jantárová	0,2	0,77	0,75
Kyselina mliečna	—	0,35	0,40
Kyselina octová	0,1	0,30	0,35
Titrovateľné kyseliny	12,4	—	10,8



Obr. 6. Záznam analýzy vína Rizling vlašský v systéme v tab. 1. Injektované množstvo 2 µl, zriedenie 1 : 25, prúd 40 µA, R — odpor.

1 — chloridy, 2 — sŕany, 3 — vínany, 4 — citrónany, 5 — jablčnany, 6 — mliečnany, 7 — jantarany, 8 — octany, 9 — kaprylany, X — neidentifikované zóny, N — nečistota zo základných elektrolytov

Na obr. 5 je záznam analýzy muštu Rizling vlašský, kde sa identifikovali a stanovili chloridy, sŕany, vínany, citrónany, jablčnany a mliečnany. Kvantitatívne zhodnotenie najdôležitejších kyselín je v tab. 2.

Na obr. 6 je izotachoforeogram kyselín vo víne po prekvasení, z ktorého vidno, že okrem uvedených kyselín, ktoré boli identifikované v mušte zistili sa vo víne aj jan-

Tab. 3. Obsah najdôležitejších kyselín v rôznych druhoch vína
Analyzované v marci 1981
Stanovené izotachoforézou

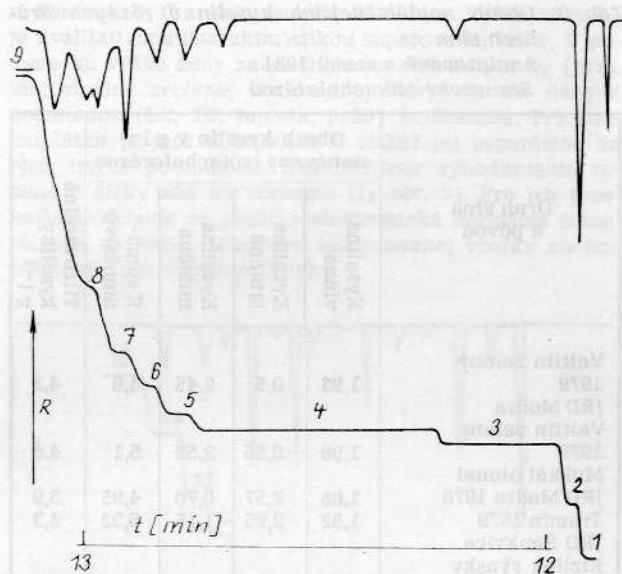
Druh vína a pôvod	Obsah kyselín v g l ⁻¹ stanovený izotachoforézou				Titrovateľné kyseliny g l ⁻¹
	Kyseliná vínna	Kyselina jablčná	Kyselina mliečna	E sumá-množstvo	
Veltlín zelený 1979	1,93	0,5	2,45	4,9	4,2
JRD Modra					
Veltlín zelený 1979	1,98	0,55	2,55	5,1	4,6
Muškát ottonel					
JRD Modra 1979	1,68	2,57	0,70	4,95	3,9
Tramín 1979	1,32	2,85	1,15	5,32	4,3
JRD Šenkvice					
Rizling rýnsky 1979 JRD	3,60	6,10	0,3	9,7	8,6
Mojmírovce					
Veltlín červený 1979 JRD Rača	1,48	0,17	4,84	6,49	4,9
Veltlín červený 1979 JRD Rača	1,35	0,30	4,95	6,60	4,8
Sauvignon 1980	1,85	6,6	0,75	9,2	8,9
JRD Rača					
Tramín 1980	1,53	7,09	0,75	9,3	8,0
KVÚVV Modra					
Rizling rýnsky 1980	3,66	5,41	0,4	10,4	9,2
KVÚVV Modra					
Sauvignon 1980	1,48	6,78	1,2	9,4	8,8
KVÚVV Modra					
Iršay Olivér 1980	1,73	4,47	1,5	7,7	6,3
KVÚVV Modra					

tarany a octany. Z tohto záznamu, ako aj z tab. 2 vyplýva, že po prekvasení muštu na víne, znížil sa obsah kyseliny vínnej vyzrážaním vínanov a obsah kyseliny jablčnej, na konto ktorej stúpol obsah kyseliny mliečnej. Pri ďalšom vývoji vína sa podstatne znížil obsah kyseliny vínnej a kyseliny jablčnej, viď obr. 7 a nepatrne stúpol obsah kyseliny mliečnej. Prekvasením muštu na víno, zvýšil sa obsah kyseliny jantarovej.

Znižovanie obsahu kyseliny vínnej a kyseliny jablčnej súvisí s vývojom vína. Kyselina vínna sa vyzráža vo forme vínanov v dôsledku ich menšej rozpustnosti v prítomnosti alkoholu. Kyselina jablčná znižuje sa vo víne účinkom mliečnych baktérií, pričom sa tvorí kyselina mliečna a vedľajšie produkty, ako prchavé kyseliny, 2,3-butandiol a iné. Účinkom *Schizosaccharomyces pombe* vzniká z kyseliny jablčnej vo víne ethylalkohol.

Z izotachoforeogramov obr. 5, 6 a 7 a tab. 2 vyplýva, že kvasný proces prebieha normálne, víno je zdravé, o čom svedčí aj nízky obsah kyseliny octovej 0,35 g l⁻¹. Celkový obsah kyselín je pomerne vysoký a je potrebné ho znížiť, čo je možné odkyslením, alebo podporením jablčno-mliečnej fermentácie, t. j. ponechaním vína na kvasničných kaloch, obmedzením sŕenia, prípadne aj rozmiestnením vína s kvasničnými kalmi a zohriatím. Optimálny obsah kyselín v odrôde Vlašský rizling je 7 až 8 g l⁻¹, pričom na celkovú harmonickosť má vplyv aj obsah ostatných zložiek vína.

Pri ďalších pokusoch analyzovali sme izotachoforézou vína dvoch ročníkov, a to ročníka 1979, v ktorom bolo



Obr. 7. Záznam analýzy vína Rizling vlašský v systéme v tab. 2
Injektované množstvo 2 μl , riedenie 1:25, prúd 40 μA , R — odpor
1 — chloridy, 2 — sírany, 3 — vínany, 4 — jablčnany, 5 — jantarany, 6 — citrónany, 7 — octany, 8 — mliečnany, 9 — kaprylany.

hrozno vyzrēté a ročníka 1980, v ktorom malo hrozno a tým aj mušt a víno, nadmerný obsah kyselín.

Z dosiahnutých výsledkov z tab. 3 vyplýva, že obsah celkových kyselín vo vínoch z ročníka 1979 je veľmi nízky, pričom obsah kyseliny mliečnej vo vzorkách Veltlín zelený a Veltlín červený je v porovnaní s ostatnými kyselinami veľmi vysoký. Nadmerné zníženie obsahu kyseliny vínnej a kyseliny jablčnej môže byť pre kvalitu vína veľmi nebezpečné a je potrebné ďalšiemu odbúrávaniu týchto kyselín zabrániť. Výnimku tvorí víno Rizling rýnsky, ktoré aj po 2 rokoch obsahuje 3,6 g l^{-1} kyseliny vínnej, 6,1 g l^{-1} kyseliny jablčnej a iba 0,3 g l^{-1} kyseliny mliečnej.

Vína z ročníka 1980 majú vzhľadom na dobu analýzy pomerne nízky obsah kyseliny vínnej, až na Rizling rýnsky, ktorý obsahuje 3,66 g l^{-1} kyseliny vínnej, naproti tomu majú vysoký obsah kyseliny jablčnej, najmä odrody Sauvignon a Tramín, v ktorých je potrebné obsah kyselín znížiť. Vzájomný pomer a obsah jednotlivých kyselin vo víne Rizling rýnsky a Iršay Oliver je primeraný, vzhľadom na dobu analýzy a preto ďalšiemu nadmernému odbúrávaniu kyselín v týchto vínoch je potrebné zabrániť.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že pomocou kapilárnej izotachoforézy možno s výhodou identifikovať a stanoviť kyseliny vo víne a tým aj hlbšie sledovať procesy pri vývoji vína a vytváraní jeho kvality.

Literatúra

- [1] EVERAERTS, F. M., BECKELS, J. L., VERHEGGEN, Th. P. E. M.: Izotachophoresis, Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, 1976.
- [2] BOČEK, J., DEML, M., JANÁK, J.: J. Chromatogr., **106**, 1975, S. 1.
- [3] FARKAŠ, J., POLONSKÝ, J.: Zborník z konferencie: Progresívne metódy vo vinárskej technológií, Vysoké Tatry, 1978.
- [4] FARKAŠ, J.: Technologie a biochémie vína, SNTL Praha 1980.
- [5] FARKAŠ, J., KOVÁČ, M., POLONSKÝ, J.: Zborník z konferencie:

Nové smery výroby a hodnotenia potravín. Nové Město na Moravě 1981.

- [6] KOHLRAUSCH, F.: Ann. Peys (Leipzig, **62**, 1897, s. 209).
- [7] STANKOVIAINSKÝ a kol.: Výskumná správa CHÚ UK, Bratislava 1980.
- [8] STANKOVIAINSKÝ, S., KANIANSKÝ, D., KOVÁČ, M.: Czechoslov. patent 190 933.
- [9] GARAJ, J. a kol.: Fyzikálne a fyzikálno-chemické analytické metódy ALFA Bratislava 1977.
- [10] SAUDRAUD, P., CHAUDET, S.: Rapport des activités de recherches. Université de Bordeaux II, 1979—1980.
- [11] BIČAL, L.: Možnosti využitia novších analytických metód — najmä izotachoforézy vo vinárstve. Diplomová práca. CHF SVŠT Bratislava 1978.

Farkaš, J. - Kováč, M.: Využitie izotachoforézy na identifikáciu a stanovenie kyselín vo víne. Kvas. prům., 28, 1982, č. 11, s. 256—260.

V práci sa uvádzajú identifikácia a stanovenie kyselín vo víne kapilárnom izotachoforézu.

Uvádzajú sa tiež popis zariadenia a princíp izotachoforézy. Jej výhodou je rýchlosť a dostatočná presnosť, pretože za cca 15 minút identifikujú a stanovia sa kvantitatívne jednotlivé kyseliny vo víne. Izotachoforéza je vhodná aj na sériové analýzy pre veľkú výrobu a tým na hlbšie sledovanie procesov pri vývoji vína a vytváraní jeho kvality.

Фаркаш, Я., Коваль, М.: Использование изотахофореза для идентификации и установления кислот в вине. Квас. прум. 28, 1982, Но. 11, стр. 256—260.

В работе описывается идентификация и определение кислот в вине при помощи капиллярного изотахофореза.

Приводится также описание установки и принцип изотахофореза. Выгодой его является скорость проведения и достаточная точность, так как в течение приблизительно 15 минут проводится идентификация и количественное определение отдельных кислот в вине. Изотахофорез подходит и для серийных анализов для крупного производства, и тем самым и для более глубокого исследования процессов в течение созревания вина и создания его качества.

Farkaš, J. - Kováč, M.: Application of Isotachophoresis for an Identification and Determination of Acids in Wine. Kvas. prům. 28, 1982, No. 11, p. 256—260.

An identification and determination of acids in wine using capillary isotachophoresis is described. Also a principle of isotachophoresis and a description of the apparatus is given. This method is of advantage due to a rapidity and a sufficient accuracy of the determination. The quantitative determination of the individual acids in wine is finished within 15 min. The method is also suitable for serial analyses in a large-scale production of wine.

Farkaš, J. - Kováč, M.: Applikation der Isotachopherose zur Identifikation und Bestimmung der Säuren im Wein. Kvas. prům. 28, 1982, Nr. 11, S. 253—260.

In der Arbeit wird die Anwendung der Kapillar-Isotachopherose zur Identifikation und Bestimmung der Säuren im Wein behandelt.

Es werden auch das Prinzip und die Beschreibung der Einrichtung für die vorgeschlagene Methode angeführt. Ihr Vorteil liegt in der Geschwindigkeit und in der ausreichenden Präzision, denn im Rahmen von ungefähr 15 Minuten können die einzelnen Säuren im Wein identifiziert und quantitativ bestimmt werden. Die Isotachopherose eignet sich auch für Serienanalysen im Großbetriebsausmaß und dadurch zu der tieferen Verfolgung der Prozesse bei der Entwicklung des Weines und Bildung seiner Qualität.