

Institut für Mikrobiologie und Biochemie, Forschungsanstalt für Weinbau, Gartenbau,
Getränketechnologie und Landespflege, Geisenheim

Zuckeralkohole und myo-Inosit in Weinen und Sherries

von

W. R. SPONHOLZ und H. H. DITTRICH

Alditols and myo-inositol in wines and sherries

S u m m a r y : The alditols — erythritol, xylitol, arabitol, mannitol, sorbitol and myo-inositol — occur in increasing amounts in German wines as the quality of these wines rises. Especially in "Auslese", "Beerenauslese" and "Trockenbeerenauslese" wines alditols can constitute as much as 17.5 % of the sugar-free extract and therefore are a significant part of it. These sugar alcohols surely are involved in the full-bodiedness of wines just as glycerol is.

The presence of sorbitol — even if higher than the tolerated amount of 70 mg/l — does not indicate a falsification with pomefruit juice. In "Q.b.A." wines 5 of 12, in "Kabinett" wines 17 of 42 and in "Spätlese" wines 14 of 23 have higher amounts. Not one of the "Auslese" wines showed less than 84 mg/l sorbitol. "Beerenauslese" and "Trockenbeerenauslese" wines contained up to 989 mg/l of sorbitol. Mannitol, myo-inositol and arabitol were also detected in unexpected high quantities. The maximum amount of mannitol was nearly 13 g/l in a "Trockenbeerenauslese" wine: Nearly 2.5 g/l of myo-inositol and 2.3 g/l of arabitol were found in these high quality wines. All alditols are natural in wines. The high concentrations found presumably stem from their synthesis by *Botrytis cinerea* and by associated yeasts on grapes infected by this mould.

K e y w o r d s : wine, dessert wine, analysis, alcohol, sugar, wine quality, Botrytis.

Einleitung

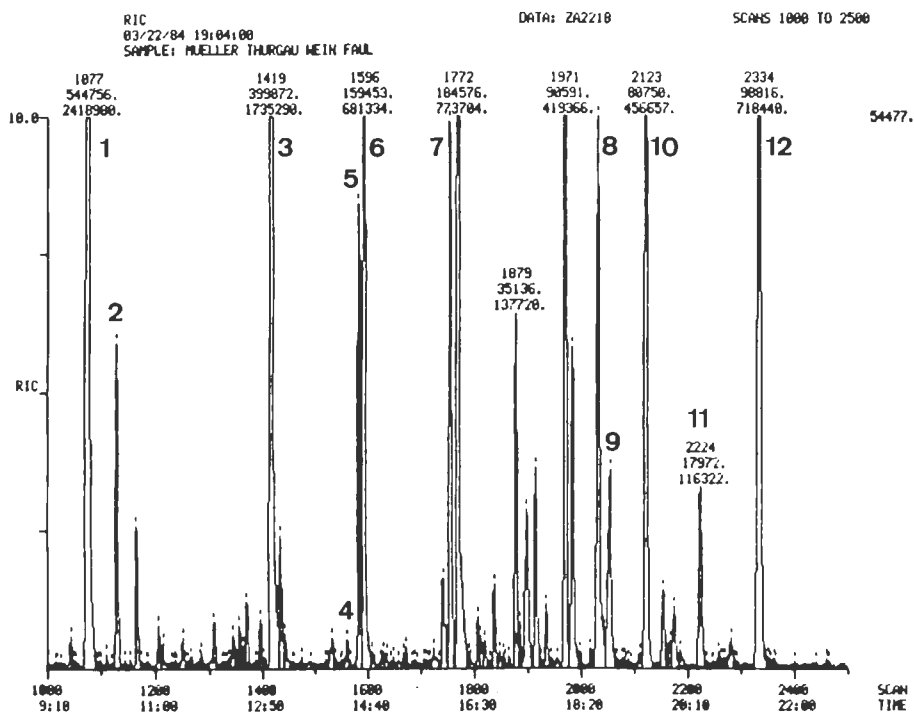
Zuckeralkohole, besonders Hexite, galten lange als in Weinen nicht natürlich vorkommende Substanzen. PLOUVIER (1949) konnte aus Vitaceen in keinem Falle Hexite oder Cylite isolieren. WERDER (1929) wies Sorbit in Kernobstweinen nach. REIF (1934) fand kein Sorbit in frischen Trauben, sondern erst nach der Trocknung zu Rosinen. Da Kern- und Steinobst Sorbit in größeren Mengen enthalten, Beerenobst dagegen nicht, gilt seither der positive Nachweis von Sorbit in Wein als Indiz für dessen Verfälschung mit Apfel- oder Birnensaft. Durch LITTERSCHEID (1931) und VOGT (1934) wurde die WERDERSche Methode verbessert. VOGT (1935), SCHÄTZLEIN und SAILER (1935), REICHARD (1938) widerlegten die Annahme WERDERS, daß Weine völlig sorbitfrei seien. Sorbitgehalte bis zu ca. 75 mg/l galten als noch nicht zu beanstanden. Der Nachweis höherer Sorbitmengen begründet aber seither den Verdacht der Verfälschung mit Apfel- oder Birnensaft bzw. -wein. Auch TANNER und DUPPEREX (1967, 1968) bekräftigten diese Meinung.

Mannit in Wein wird, da es durch heterofermentative Milchsäurebakterien aus Fructose gebildet wird (WOOD 1961), als Anzeichen eines Einflusses dieser Bakterien auf den Wein oder Most angesehen. Da gleichzeitig stets Essigsäure durch die heterofermentativen Bakterien gebildet wird, spricht man bei starker Ausprägung von einem „Mannitstich“.

THALER *et al.* (1970) wiesen Mannit und Sorbit als Molybdatkomplex nach, TANNER und DUPPEREX (1968) mit Dünnschichtchromatographie. Die von THALER *et al.* (1970)

gefundenen Sorbitmengen in Wein lagen zwischen 55 und 109 mg/l, die von Mannit zwischen 126 mg/l und 1,376 g/l in einem Haut-Sauterne-Wein. Seit dieser Zeit gilt Mannit als natürlicher Inhaltsstoff von Weinen. DUBERNET *et al.* (1974) fanden in den von ihnen untersuchten Weinen Erythrit, Arabit, Mannit und Inosit, jedoch kein Sorbit. Sie wiesen in weißen Bordeauxweinen durchschnittlich 74 mg/l Erythrit, 39 mg/l Arabit und 184 mg/l Mannit nach. In roten Bordeauxweinen fanden sie jeweils höhere Konzentrationen; nämlich 91 mg/l Erythrit, 56 mg/l Arabit und 248 mg/l Mannit. Diese Werte stiegen an, wenn ein Befall der Trauben mit *Botrytis cinerea* erfolgt war. Dann wurden 205 mg/l Erythrit, 242 mg/l Arabit und 602 mg/l Mannit nachgewiesen.

Das Vorkommen von myo-Inosit in Pflanzen kann man als ubiquitär bezeichnen (LOEWUS und LOEWUS 1980). Inosit ist Zwischenprodukt bei der Synthese von Glucuronsäure, Galacturonsäure und damit von Pektin einerseits, andererseits dient es in seiner hexaphosphorylierten Form (Phytin) in vielen Pflanzen als Speicher von Phosphat. Analysen verkehrsfähiger und verdorbener Weine konnten die bisher nachgewiesenen Konzentrationen von Alditolen — speziell von Arabit, Mannit und Sorbit — in vielen Fällen nicht bestätigen. Es lag daher nahe anzunehmen, daß der Polyolgehalt von der



Chromatogramm der Zuckeralkohole und -säuren als Trimethylsilylderivate. — 1 = Äpfelsäure, 2 = Erythrit, 3 = Weinsäure, 4 = Xylit, 5 = Arabit, 6 = Ribit (innerer Standard), 7 = Citronensäure, 8 = Mannit, 9 = Sorbit, 10 = Gluconsäure, 11 = Schleimsäure, 12 = myo-Inosit.

Chromatogram of sugar alcohols and sugar acids as their trimethylsilyl derivatives. — 1 = malic acid, 2 = erythritol, 3 = tartaric acid, 4 = xylitol, 5 = arabit, 6 = ribitol (internal standard), 7 = citric acid, 8 = mannitol, 9 = sorbitol, 10 = gluconic acid, 11 = mucic acid, 12 = myo-inositol.

Qualitätsstufe der Weine und dem Einfluß verschiedener Mikroorganismen abhängig ist. Zur Klärung dieser Verhältnisse wurden an verkehrsfähigen Weinen die nachfolgenden Untersuchungen durchgeführt.

Material und Methodik

Untersuchungsmaterial waren handelsfähige Weiß- und Rotweine sowie Sherries.

a. Deutsche Weißweine: 12 Q.b.A.; 40 Kabinett; 23 Spätlesen; 8 Auslesen; 35 Beeren- auslesen; 5 Trockenbeerenauslesen.

b. Rotweine: 19 deutsche Rotweine (Q.b.A. und Kabinett); 16 spanische (Rioja-) Rot- weine (Vino de Crianza und Gran Reserva).

Die Bestimmung der Polyole erfolgte gaschromatographisch an einer GC-MS- Kopplung Finnigan-MAT 1020 in Form ihrer Trimethylsilylether.

Trennsäule: 25 m BP 5 Quarzkapillare 0,2 mm i. Ø.

Trennbedingungen: 5 Minuten isotherm bei 140 °C; 8 °C/min auf 230 °C; 10 min iso- therm 230 °C.

Die Quantifizierung erfolgte durch Zugabe eines inneren Standards (Ribitol) und durch ein Testgemisch der Einzelsubstanzen über die Retentionszeit und mit der auto- matischen Quantifizierung des Massenspektrometers über das RIC (reconstructed ion chromatogramm). Die Identität der Substanzen wurde durch Bibliotheksvergleich der Massenspektren gesichert.

Probenvorbereitung: 200 µl des zu untersuchenden Weines oder Mostes wurden mit 200 µl des inneren Standards 500 mg Ribitol/l versetzt und gefriergetrocknet.

Die Derivatisierung erfolgte mit einem 1 : 1 : 1 : 1-Gemisch von Trimethylchlorsil- an, Trimethylsilyl-imidazol, N,O-Bis(trimethylsilyl)-acetamid und N-Methyl-N-trime- thylsilyl-trifluor(o)acetamid 60 min bei 80 °C im Trockenschrank. Polyole und Zucker wiesen nach der Derivatisierung als Trimethylsilylether eine Haltbarkeit von minde- stens 7 d auf.

Die Trennung ist in der Abbildung wiedergegeben.

Ergebnisse und Diskussion

Außer Mannit und Inosit sind Zuckeralkohole in Q.b.A.-Weinen und Kabinettweinen nur in geringen Quantitäten vorzufinden. Erythrit war in Q.b.A.-Weinen mit durchschnittlich 57 mg/l, in Kabinettweinen mit 63 mg/l, Xylit in Q.b.A.-Weinen mit 13 mg/l, in Kabinettweinen mit 7 mg/l nachzuweisen (vgl. Tabelle 1). Auch Arabit war in Q.b.A.- und Kabinettweinen mit jeweils 46 mg/l und Sorbit mit 76 mg/l in Q.b.A.- und 70 mg/l in Kabinettweinen nur in mäßigen Mengen vertreten. Lediglich Mannit kam mit 289 mg/l in Q.b.A.-Weinen und 327 mg/l in Kabinettweinen in etwas höheren Konzentrationen vor. Auch Inosit wies höhere Konzentrationen auf: 473 mg/l in Q.b.A.- und 540 mg/l in Kabinettweinen. Der maximale Gehalt in Kabinett- weinen betrug 1 376 mg/l.

S p ä t l e s e n enthielten mit Ausnahme von Xylit (8 mg/l) alle anderen Polyole in höheren Konzentrationen. Erythrit, Arabit und Sorbit liegen mit 75, 65 und 94 mg/l verhältnismäßig nahe bei den Quantitäten, die in Q.b.A.- und Kabinettweinen gefun- den worden waren. Die meist .höheren Konzentrationen lassen entweder auf einen

Tabelle 1

Die Konzentrationen von Zuckeralkoholen und myo-Inosit in deutschen weißen Qualitäts- und Prädikatsweinen sowie in deutschen und spanischen Rotweinen (n = Anzahl der Weine)

The concentrations of sugar alcohols and myo-inositol in German white wines and German and Spanish red wines (n = number of wines)

	Q.b.A.			Kabinett			Spätlese			Auslese			Beeren- auslese			Trocken- beerenauslese			Rotwein			Rotwein (Rioja)	
	n	mg/l		n	mg/l		n	mg/l		n	mg/l		n	mg/l		n	mg/l		n	mg/l		n	mg/l
Erythrit	12	34—	94	40	7—	227	23	31—	178	8	93—	234	35	70—	692	5	180—	436	19	53—114	16	52—182	
	4	30—	50	15	0—	50	7	30—	60	1	0—	100	4	0—	150	1	0—	200	11	50—75	10	50—100	
	6	51—	75	23	51—	100	11	61—	100	6	101—	200	22	151—	400	4	>	200	5	76—100	4	101—150	
	2	>	75	2	>	100	5	>	100	1	>	200	9	>	400				3	>100	2	>150	
Xylit	12	0—	22	40	0—	27	23	0—	23	8	0—	25	35	0—	79	5	24—	95	19	0—23	16	0—42	
	7	0—	10	30	0—	10	15	0—	10	3	0—	10	3	0—	15	1	20—	50	10	0—10	9	0—15	
	4	11—	20	9	11—	20	6	11—	20	3	11—	20	17	16—	40	4	>	50	7	11—20	6	16—30	
	1	>	20	1	>	20	1	>	20	2	>	20	14	>	40				2	>20	1	>30	
Arabit	12	12—	77	40	6—	216	23	9—	265	8	13—	370	35	175—	2 344	5	396—	2 353	19	14—315	16	49—148	
	3	0—	30	33	0—	75	19	0—	100	2	0—	100	1	0—	200	1	300—	1 000	14	0—100	10	40—100	
	5	31—	50	6	76—	150	3	101—	200	1	101—	200	24	201—	1 000	4	>	1 000	2	101—200	6	>100	
	4	>	50	1	>	150	1	>	200	5	>	200	10	>	1 000				3	>200			

	Q.b.A.		Kabinett		Spätlese		Auslese		Beeren- auslese		Trocken- beerenauslese		Rotwein		Rotwein (Rioja)	
	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l
Mannit	12	110— 552	40	3— 998	23	158—1 672	8	377—2 183	35	836—10 639	5	4 364—12 884	19	142—952	16	172—422
	6	100— 250	21	0— 300	12	100— 500	2	0— 600	8	800— 1 500	3	4 000— 6 000	6	100—300	8	150—250
	4	251— 400	12	301— 500	10	501— 900	3	601—1 200	17	1 501— 3 000	2	> 6 000	8	301—500	7	251—350
	2	> 400	7	> 500	1	> 900	3	> 1 200	10	> 3 000			5	> 500	1	> 350
Sorbit	12	30— 97	40	14— 220	23	17— 202	8	84— 342	35	131— 989	5	650— 827	19	4—181	16	57—228
	5	30— 50	16	0— 50	7	0— 60	1	0— 100	6	100— 200	4	600— 800	3	0— 60	5	50—100
	2	51— 70	14	51— 100	9	61— 120	3	101— 200	20	201— 400	1	> 800	13	61—120	10	101—200
	5	> 70	10	> 100	7	> 120	4	> 200	9	> 400			3	> 120	1	> 200
Inositol	11	270— 790	40	220—1 376	23	102—1 436	8	443—1 399	35	290— 2 483	4	1 650— 2 066	19	309—845	16	137—619
	5	270— 400	18	200— 500	10	100— 500	3	0— 800	10	200— 800	1	1 600— 1 900	4	300—500	7	100—300
	4	401— 600	19	501— 800	8	501— 800	2	801—1 200	17	801— 1 600	3	> 1 900	11	501—700	8	301—500
	2	> 600	3	> 800	5	> 800	3	> 1 200	8	> 1 600			4	> 700	1	> 500
Summe		456—1 632		250—3 064		317—3 776		1 010—4 553		1 502—17 226		7 264—18 661		—		—

Einfluß der Reife oder von Mikroorganismen schließen. Dies wird bei Mannit mit durchschnittlich 524 mg/l bei einem Maximalgehalt von 1 672 mg/l und Inosit mit 610 mg/l bei einem Maximalgehalt von 1 436 mg/l deutlich.

Erythrit liegt mit 77 mg/l bei deutschen Rotweinen und mit 95 mg/l bei spanischen Riojaweinen etwas über den Konzentrationen in weißen Spätlesen. Xylit wurde in spanischen Rotweinen (23 mg/l) mehr als doppelt so viel gefunden wie in deutschen Rotweinen (10 mg/l). Ein Einfluß des Ausbaus, z. B. der Kelterung mit Rappen oder des Holzfaßlagers, ist hier nicht auszuschließen. Die Arabitkonzentrationen liegen bei deutschen Rotweinen durchschnittlich bei 101 mg/l, bei spanischen bei 91 mg/l. Bei Sorbit wiesen die spanischen Rotweine mit 118 mg/l deutlich höhere Durchschnittskonzentrationen als die deutschen Rotweine (84 mg/l), aber auch als die Q.b.A.-, Kabinettweine und Spätlesen auf. Die Mannitkonzentrationen der spanischen Rotweine sind mit durchschnittlich 256 mg/l bei einem Maximalwert von 422 mg/l sehr gering im Vergleich zu deutschen Rotweinen mit 423 mg/l und einem Maximalwert von 952 mg/l.

Die Summe der Konzentrationen aller Zuckeralkohole steigt in den deutschen Spitzenweinen von der Auslese bis zur Trockenbeerenauslese stetig an. Auslesen haben im Durchschnitt 121 mg/l Erythrit, Beerenauslesen 308 mg/l und Trockenbeerenauslesen 286 mg/l.

Auch Xylit steigt von 12 mg/l bei Auslesen über 38 mg/l bei Beerenauslesen auf 70 mg/l bei Trockenbeerenauslesen an.

Besonders hohe Konzentrationen werden bei Mannit, Inosit und auch Sorbit gefunden. Mannit wurde in Auslesen mit 1 068 mg/l bei einem Maximum von 2 183 mg/l, in Beerenauslesen mit 2 998 mg/l bei einem Maximum von 10 639 mg/l und in Trockenbeerenauslesen mit 7 015 mg/l bei einem Maximum von 12 884 mg/l gefunden. Ein Konzentrationseffekt durch Wasserentzug kann nicht die alleinige Ursache sein. Ebenso ist nicht anzunehmen, daß alle Spitzenweine während der Vergärung einem so intensiven Wachstum und Stoffwechsel Mannit-bildender Milchsäurebakterien unterlegen haben. Ein Einfluß von *Botrytis cinerea* auf die Bildung von Polyolen, speziell von Arabit und Mannit, ist dagegen wahrscheinlich. SMITH *et al.* (1969) nehmen an, daß die in Pilzmycelien reichlich vorkommenden Kohlenhydrate Trehalose sowie vor allem Mannit und Sorbit sind.

Sehr stark steigen auch die Sorbitwerte in den Spitzenweinen an. Bei Auslesen mit durchschnittlich 214 mg/l, Beerenauslesen mit 356 mg/l und Trockenbeerenauslesen mit 747 mg/l ist sicherlich nicht zu unterstellen, daß diese Weine mit Kern- oder Steinobstmaische verschnitten worden waren. Dagegen muß angenommen werden, daß diese hohen Konzentrationen von Sorbit im Gegensatz zu den bisherigen Annahmen in diesen Spitzenweinen auf natürliche Weise entstanden sind und Sorbit als natürlicher Inhaltsstoff solcher hochwertiger Weine gelten muß. Eine Bildung durch Mikroorganismen auf der infizierten Traube oder während der Gärung ist wahrscheinlich.

Die Inositzkonzentrationen steigen im Durchschnitt von 915 mg/l bei Auslesen über 1 170 mg/l bei Beerenauslesen auf 1 934 mg/l bei Trockenbeerenauslesen an. Der gefundene maximale Wert war 2 483 mg/l bei einer Beerenauslese.

Die hohen Polyolkonzentrationen können nicht allein auf den Wasserverlust der Beeren als Folge des Botrytisbefalls zurückgeführt werden. Im Vergleich zu normalen Mostqualitäten (Kabinettmoste) dürfte die Konzentrierung des Mostes bei Beerenauslesen höchstens das 2- bis 3fache, bei Trockenbeerenauslesen höchstens das 4fache erreichen.

Die hohen Konzentrationen von Erythrit, Arabit, Mannit und Sorbit sind daher größtenteils auf den Stoffwechsel von Mikroorganismen zurückzuführen.

Tabelle 2

Mostgewicht, Zuckeralkohole, Glycerin und zuckerfreier Extrakt von Beeren- und Trockenbeeren-
ausleseweinen

Must gravity, sugar alcohols, glycerol and sugar-free extract from "Beerenauslese" and "Trocken-
beerenauslese" wines

	Most- gewicht	Zucker- alkohole	Glycerin	Zuckerfreier Extrakt	Zucker- alkohole Zuckerfreier Extrakt
	(° Oe)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(%)
1. Beerenauslesen					
75er Ruländer	124	4,9	15,6	47,6	10,3
79er Spätburgunder Weißherbst	133	4,4	15,5	55,0	8,0
76er Spätburgunder Weißherbst	138	4,9	13,5	38,4	12,8
76er Gewürztraminer	138	4,1	11,6	46,2	8,9
76er Ruländer	140	4,5	11,8	42,3	10,6
76er Traminer	144	3,2	10,5	43,2	7,4
81er Gewürztraminer	145	10,1	17,2	75,9	13,3
76er Ruländer	145	3,8	12,0	39,7	9,6
76er Gewürztraminer	146	3,3	11,9	39,3	8,4
2. Trockenbeerenauslesen					
76er Spätburgunder Weißherbst	156	5,0	15,6	52,0	9,6
76er Ruländer	156	10,0	17,1	57,1	17,5
81er Findling	160	15,4	27,5	95,2	16,2

Tabelle 3

Die Durchschnittswerte und Schwankungsbreiten von Zuckeralkoholen und Inosit in Sherries
(n = Anzahl der untersuchten Sherries)

The average concentrations and their variation of sugar alcohols and myo-inositol in sherries
(n = number of sherries)

Erythrit		Xylit		Arabit		Mannit		Sorbit		Inosit			
n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l		
9	43—105	9	3—14	9	4—35	9	10—117	9	2—72	9	53—555		
5	40—75	4	0—5	4	0—10	7	0—500	3	0—30	3	0—300		
4	>75	5	>5	5	>10	2	>500	6	>30	6	>300		
$\bar{x}$		70		7		13		348		38		412	

Diese bisher unbekannt hohen Konzentrationen der Zuckeralkohole haben für den zuckerfreien Extrakt — insbesondere derartiger Spitzenweine einschließlich gleichwertiger Haut-Sauternes-Weine — eine besondere Bedeutung. Neben den erheblichen Mengen an Glycerin und Gluconsäure, die in Spitzenweinen schon lange nachgewiesen sind, entfällt auch auf Erythrit, Arabit, Sorbit, Inosit und vor allem Mannit ein wesentlicher Anteil. Die Mostgewichte, die Gesamtkonzentration der Zuckeralkohole, den Glyceringehalt und den zuckerfreien Extrakt gibt Tabelle 2 wieder. Bei Mostgewichten zwischen 124 und 160 °Oe schwanken die zuckerfreien Extrakte zwischen 38,4 und 95,2 g/l, wobei kein direkter Zusammenhang zwischen Mostgewicht und zuckerfreiem Extrakt besteht. Die Glyceringehalte variieren zwischen 10,5 und 27,5 g/l. Dieses einfachste Polyol des Weines ist seit langem als wesentlicher Teil des zuckerfreien Extraktes hochqualitativer Weine bekannt. Hohe Glyceringehalte werden als Gütemerkmal angesehen. Einen wesentlichen Anteil am zuckerfreien Extrakt haben aber auch die höheren Polyole, deren Konzentration zwischen 3,2 und 15,4 g/l liegt. In den untersuchten Beeren- und Trockenbeerenauslesen beträgt ihr Anteil am zuckerfreien Extrakt zwischen 7,4 und 17,5 %.

Sherries entsprechen mit durchschnittlich 70 mg/l Erythrit, 7 mg/l Xylit, 13 mg/l Arabit, 348 mg/l Mannit, 38 mg/l Sorbit und 412 mg/l Inosit den Konzentrationen in Weinen normaler Qualitäten (Tabelle 3). Da die Trauben, aus denen die zu sherisierenden Weine gewonnen werden, Vollreife erreichen, stützen diese Werte unsere Annahme einer mikrobiellen Genese der Zuckeralkohole in deutschen Spitzenweinen.

Zusammenfassung

Die Konzentrationen der Zuckeralkohole Erythrit, Xylit, Arabit, Mannit, Sorbit und Inosit steigen in deutschen Weinen mit zunehmender Qualität deutlich an, besonders bei Auslesen, Beeren- und Trockenbeerenauslesen. In diesen und ähnlichen Spitzenweinen haben diese Zuckeralkohole einen bedeutenden Anteil — bis zu 17,5 % — am zuckerfreien Extrakt. Neben Glycerin tragen die Zuckeralkohole sicher auch zur Fülle dieser Weine bei.

Sorbitvorkommen — auch über die bisherige Toleranzgrenze von ca. 70 mg/l — berechtigen nicht zur Annahme der Verfälschung mit Kernobstsäften. Bereits in Q.b.A.-Weinen wiesen 5 von 12, in Kabinettweinen 17 von 42 und in Spätlesen 14 von 23 höhere Konzentrationen auf. Unter den Auslesen hatte kein Wein weniger als 84 mg/l Sorbit. Beeren- und Trockenbeerenauslesen enthielten bis zu 989 mg/l Sorbit.

Mannit, Inosit und Arabit wurden insbesondere bei Spitzenweinen in unerwartet hohen Mengen gefunden. Die Mannit-Maximalkonzentration betrug in Trockenbeerenauslesen fast 13 g/l, die Inosit-Maximalkonzentration in einer Beerenauslese fast 2,5 g/l, die Arabit-Maximalkonzentration in einer Beeren- und in einer Trockenbeerenauslese mehr als 2,3 g/l.

Alle Alditole sind natürliche Inhaltsstoffe von Weinen. Die starke Zunahme bei höheren Qualitäten läßt auf ihre Bildung durch Mikroorganismen, vor allem durch *Botrytis cinerea* und mit diesem Pilz auf infizierten Beeren vergesellschaftete Hefen schließen.

Für die anteilige Förderung dieser Arbeit im Rahmen des Forschungsvorhabens „Analytische Charakterisierung von Weinfehlern durch Mikroorganismen“ danken wir dem BML.

Literatur

1. DUBERNET, M. O.; BERTRAND, A.; RIBÉREAU-GAYON, P.; 1974: Présence constante dans les vins d'érythritol, d'arabitol et de mannitol. C. R. Acad. Sci. Paris **279**, 1561—1564.
2. LITTERSCHEID, F.; 1931: Über ein neues „Sorbit-Verfahren“ zum Nachweis von Obstweinen in Traubenweinen. Z. Lebensm.-Untersuch. u. Forsch. **62**, 653—657.
3. LOEWUS, F. A.; LOEWUS, M. W.; 1980: Myo-Inositol; Biosynthesis and metabolism. In: PREISS, J. (Ed.): The Biochemistry of Plants. Vol. 3, 43—76. Academic Press Inc., New York.
4. PLOUVIER, V.; 1949: Nouvelles recherches sur le québrachitol des Sapindacées et Hippocastanacées, le dulcitol des Celestracées et la saccharose de quelques autres familles. C. R. Acad. Sci. Paris **228**, 1886—1888.
5. REICHARD, O.; 1938: Wein 2. Teil. Analytischer Teil. Überwachung und Verkehr. In: JUCKENACK, A. (Hrsg.): Handbuch der Lebensmittelchemie, Band VII. Alkoholische Getränke. [Nachweis von Sorbit S. 361.] Springer-Verlag, Berlin.
6. REIF, G.; 1934: Über den Nachweis von Sorbit in Obsterzeugnissen. Z. Lebensm.-Untersuch. u. Forsch. **68**, 179—186.
7. SCHÄTZLEIN, CH.; SAILER, E.; 1935: Sorbit in reinen Traubenweinen. Z. Lebensm.-Untersuch. u. Forsch. **70**, 484—488.
8. SMITH, D.; MUSCATINE, L.; LEWIS, D.; 1969: Carbohydrate movement from autotrophs to heterotrophs in parasitic and mutualistic symbiosis. Biol. Rev. **44**, 17—90.
9. TANNER, H.; DUPPEREX, M.; 1967: Über den dünnstschichtchromatographischen Nachweis von Sorbit, Mannit und anderen Polyhydroxy-Verbindungen. Schweiz. Z. Obst- Weinbau **103**, 610—616.
10. — — — — —; 1968: Über die Bestimmung von Sorbit in sortenreinen Birnen-, Apfel- und Kirschensäften. Schweiz. Z. Obst- Weinbau **104**, 508—511.
11. THALER, H.; LIPPKE, G.; LEMELSON, D.; 1970: Über das Vorkommen von Mannit in Wein. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. **61**, 372—377.
12. VOGT, E.; 1934: Das Sorbitverfahren zum Nachweis von Obstwein in Traubenwein. Z. Lebensm.-Untersuch. u. Forsch. **67**, 407—425.
13. — — — — —; 1935: Über das Vorkommen von Sorbit in reinen Traubenweinen. Z. Lebensm.-Untersuch. u. Forsch. **69**, 587—591.
14. WERDER, J.; 1929: Zum Nachweis von Obstsaft (Obstwein) in Traubenwein. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. **20**, 7—14.
15. WOOD, W. A.; 1961: Fermentation of carbohydrates and related compounds. In: GUNSALUS, I. C.; STANIER, R. Y. (Eds.): The Bacteria, Vol. II. Metabolism, 59—138. Academic Press Inc., New York.

Eingegangen am 12. 11. 1984

Prof. Dr. H. H. DITTRICH
Dr. W. R. SPONHOLZ
Institut für Mikrobiologie
und Biochemie
Forschungsanstalt für Weinbau,
Gartenbau,
Getränketechnologie
und Landespflege
D-6222 Geisenheim