

*Aus dem Institut für Lebensmittelchemie der Technischen Hochschule Karlsruhe
(Leiter: Prof. Dr.-Ing. W. Heimann)*

Einfluß der Obstmaische-Erwärmung und der Obstmaische-Fermentierung auf die Gewinnung von Fruchtsäften

Von W. HEIMANN, K. WUCHERPFENNIG und H. J. REINTJES*)

Mit 10 Tabellen

(Eingegangen am 9. Mai 1960)

Nach den grundlegenden Arbeiten von KERTESZ (1) und MEHLITZ (2) über die Behandlung von Fruchtsäften mit pektinspaltenden Enzymen fanden diese Fermente schnell Eingang in die Süßmostindustrie. Mit Hilfe der „Filtrationsenzyme“, gelingt die weitgehende Aufspaltung der Pektine, wodurch die schnellere Klärung und Filtration der Obstsäfte möglich ist.

In neuerer Zeit hat man vorgeschlagen, diesen Pektinabbau nicht erst im Saft, sondern bereits in der Maische durchzuführen (3, 4, 5). Wir haben uns in unserem Institut eingehend mit diesem Problem beschäftigt, sowohl unter wissenschaftlichen Aspekten als auch im Hinblick auf die Praxis der Süßmostgewinnung und Weinbereitung, vor allem in Zusammenhang mit einem von uns entwickelten kontinuierlichen Kelterverfahren (6, 13).

Unsere ersten Untersuchungen über die Wärmebehandlung und Fermentierung von Obstmaischen befaßten sich mit dem Verhalten obsteigener Oxydationsfermente und mit der Wirkungsweise der zugesetzten pektinabbauenden Enzyme (7).

Es ergab sich bei allen untersuchten Fruchtarten — Erdbeeren, Himbeeren, Stachelbeeren, roten und schwarzen Johannisbeeren, Kirschen, Äpfeln, Birnen, weißen und roten Trauben — bei der Erwärmung auf 45° C ein eindeutiger Rückgang der Polyphenolase- und Peroxydaseaktivität. Wird der Maischelagerung bei 45° C eine kurze Hoherhitzung auf 80° (für 90 Sekunden) vorgeschaltet, so werden die Phenolasen aller herangezogenen Fruchtarten praktisch inaktiviert, auch die hitzeresistentere Peroxydase wird zum größten Teil zerstört. Diese experimentellen Ergebnisse sind für die Süßmosterei-Praxis von

*) Frau CHR. FRITSCHÉ war an der Ausführung der analytischen Untersuchungen maßgeblich beteiligt, wofür wir ihr besonders danken.

Bedeutung, nicht nur wegen der Verfärbung von Säften, sondern vor allem auch im Hinblick auf die Erhaltung wertgebender Inhaltsstoffe, wie Vitamin C. In geschmacklicher Hinsicht befriedigen allerdings diese Säfte nicht immer, wie GANTNER (8) bei Trauben feststellte.

Wie unsere Untersuchungen weiterhin zeigten (7), erfolgt durch Zusatz von pektinspaltenden Fermenten zur Maische ein weitgehender Abbau des Pektins und damit eine erhebliche Senkung der Viskosität der Säfte, was ein besseres Verarbeiten der Maische und Säfte gewährleistet. Nach unseren experimentellen Befunden hat sich eine Fermentierungsdauer der Maische von zwei Stunden bei 45° C als zweckmäßig für die Praxis erwiesen.

Die bisher auf dem Gebiete der Erhitzung und Fermentierung besonders bei Beerenmaisichen durchgeführten Arbeiten lassen in technologischer Hinsicht schon Vorteile erkennen und durch die Inaktivierung der Oxydationsfermente auch eine weitgehende Schonung der Saftinhaltsstoffe erwarten, jedoch erhebt sich die Frage, inwieweit diese Methode der Maischebehandlung das analytische Erscheinungsbild und damit die Qualität der Säfte beeinflusst.

Wir führten deshalb die hier dargelegten umfangreichen Untersuchungen bei den einzelnen Fruchtarten durch, die zunächst die Bestimmung von Gesamtextrakt, Zucker und zuckerfreiem Extrakt in den gewonnenen Säften betrafen. Die Untersuchungsreihen waren darauf ausgerichtet, Säfte aus erwärmten und nicht erwärmten sowie aus fermentierten und nicht fermentierten Maischen zu vergleichen.

Die Maischelagerung wurde bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt. Ein Teil der Maische wurde bei 20° C, der normalen, durchschnittlichen Kellertemperatur belassen. Die Maischeerhitzungstemperatur von 45° C wurde deshalb gewählt, weil die Filtrationsenzyme etwa bei dieser Temperatur ihr Wirkungsoptimum erreichen. Die Dauer der Fermentierung wurde auf zwei Stunden begrenzt, da nach Ablauf dieser Zeit 80% des abbaufähigen Pektins gespalten ist (7). Diese Fermentierungsdauer ist auch für die Praxis günstig und ermöglicht gleichzeitig eine rasche Verarbeitung der Maische.

Bei weiteren Versuchsserien wurde die Maische 90 Sekunden auf 80° C erhitzt und dann sowohl ohne als auch mit Fermentzusatz zwei Stunden bei 45° C gelagert. Diese Kurzzeithocherhitzung wurde wegen der erwähnten Oxydaseinaktivierung durchgeführt, darüber hinaus erschien es uns im Rahmen des hier behandelten Problems interessant, die Wirkung dieser Maßnahme auf die Zusammensetzung der Säfte zu untersuchen, da man durch den Hitzeeinfluß einen besseren Aufschluß des Zellverbandes erwarten kann. Schließlich wurden in Anlehnung an die bei schwarzen Johannisbeeren gebräuchlichen Dämpfungsverfahren auch Maischeproben zwei Stunden auf 80° C erwärmt.

Die Untersuchungen wurden mit verschiedenen Beerensorten — Erdbeeren, Himbeeren, Stachelbeeren, roten und schwarzen Johannisbeeren, — mit Kirschen, Äpfeln, Birnen sowie mit roten und weißen Weintrauben durchgeführt. Die Anwendung der Maischefermentierung bei Weintrauben erfolgte nicht nur im Hinblick auf die Gewinnung von Süßmost, sondern vor allem zur Beantwortung der Frage, ob sich eine Erwärmung und Fermentierung der Traubenmaisichen günstig auf die Weine auswirkt. Während wir über unsere ersten Untersuchungen bereits berichtet haben (9), wird die weitere Bearbeitung dieses Problems in einer gesonderten eingehenden Publikation zusammengefaßt.

Methodik

Jeweils 50 kg Früchte wurden vor der Verarbeitung gewaschen und, soweit erforderlich, entrappt bzw. entstielt. Rote und schwarze Johannisbeeren, Stachelbeeren, Himbeeren und Kirschen wurden in einer Kolloidmühle gemahlen, rote und weiße Trauben, sowie Äpfel und Birnen dagegen mit einer Sägereibe zerkleinert. Kolloidmühle und Sägereibe wurden so eingestellt, daß die Kerne der Früchte die Mühlen unverletzt passieren konnten.

Hiernach wurden die Früchte eingemaischt. Ein kleiner Teil der Maische jeder Fruchtart wurde auf Normaltemperatur belassen, während ungefähr die Hälfte der jeweilig verbliebenen größeren Maischemenge auf die Fermentierungstemperatur von 45°C gebracht wurde. Nach Erhitzung der restlichen Hälfte auf 80°C wurde der größte Teil dieser Menge nach 90 Sekunden durch eine Kältemischung auf 45°C zurückgekühlt, während der verbleibende Rest auf der Temperatur von 80°C gehalten wurde. Außer der letzten Probe wurde jede der erhitzten Proben in sieben Teile geteilt und mit sechs verschiedenen Enzymen, die gleichmäßig mittels eines Handrührwerkes unter die Maische gemischt wurden, fermentiert, während der siebente Teil unbehandelt blieb. Sämtliche Proben wurden zwei Stunden lang bei den jeweiligen Temperaturen aufbewahrt, anschließend sowohl mittels Nutsche als auch durch die Zentrifuge entsaftet, filtriert und pasteurisiert und anschließend der analytischen Untersuchung unterzogen.

Der Entsaftungsvorgang stellt verfahrenstechnisch gesehen eine Phasentrennung „fest-flüssig“ dar. Eine solche Phasentrennung wird entweder durch Sedimentationsbewegungen der Feststoffpartikel innerhalb der Trägerflüssigkeit oder durch Porenströmung des flüssigen Mediums mittels eines Filters durchgeführt. Die treibende Kraft für die Sedimentation ist das Beschleunigungsfeld, das die Partikel zum Absetzen bringt, im anderen Falle ist die treibende Kraft ein Druckgefälle, das durch eine poröse Masse eine Strömung aufrecht erhält. Da alle Trennungsvorgänge auf diesen beiden Prinzipien beruhen, haben wir die Säfte aus den vorbehandelten Maischen sowohl mit Hilfe der *Zentrifuge* als auch durch *Filtration* über einer Nutsche gewonnen und analytisch bestimmt. Nach dem üblichen Preßverfahren können keine einheitlichen, für die hier durchgeführten analytischen Untersuchungen erforderlichen Säfte gewonnen werden.

Zur Saftgewinnung durch Filtration verwandten wir eine Nutsche von 200 mm Durchmesser, deren Lochplatte mit einem Perlontuch, von einer Maschenweite, die ungefähr der eines Preßtuches entsprach, bespannt war. Das Absaugen wurde bei konstantem Unterdruck durchgeführt. Bei zehn nacheinander entnommenen Proben ließen sich keine Unterschiede im spezifischen Gewicht und im Gesamtsäuregehalt feststellen, d. h. die Einheitlichkeit der Säfte war gewährleistet.

Die Saftgewinnung durch Abschleudern erfolgte mittels einer Laboratoriums-flaschenzentrifuge. Die erhaltenen Säfte waren in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften völlig einheitlich, sofern von der gleichen Maische ausgegangen und unter Einhaltung der gleichen Umdrehungszahl während einer bestimmten Zeitdauer zentrifugiert wurde.

Als Fermente kamen sechs verschiedene Filtrationsenzyme des Handels zum Einsatz.

Das *spezifische Gewicht* wurde mit Hilfe eines Pyknometers bestimmt und der diesem Wert entsprechende Gesamtextrakt der entsprechenden Tabelle entnommen (10).

Die Bestimmung des *Zuckers* erfolgte gewichtsanalytisch mit Hilfe Fehlingscher Lösung durch Wägen von Kupferoxyd. Die Berechnung erfolgte als Invertzucker in g/l. Nach Abzug des erhaltenen Zuckerwertes vom ermittelten Gesamtextrakt wurde der Gehalt an *zuckerfreiem Extrakt* (g/l) errechnet (11).

Die *Viskosität* wurde in einem nach SCHUBERT (12) abgeänderten Durchflußviskosimeter gemessen und, da es sich um vergleichende Untersuchungen handelte, die ermittelten Werte in Durchflußzeiten (Sekunden) angegeben. Wasserwert: 15,2 sec. (20°C).

1. Einfluß der Maischeerhitzung auf spezifisches Gewicht, Zuckergehalt und zuckerfreien Extrakt der Säfte

Die ersten Zusammenstellungen unserer experimentellen Untersuchungen sollen den *Einfluß der Temperatur* bei der Maischebehandlung aufzeigen. In Tabelle 1 sind die spezifischen Gewichte und in Tabelle 2 der Gehalt an Zucker und zuckerfreiem Extrakt der verschiedenen Obstsäfte zusammengestellt, deren

Tabelle 1

° Oechsle von Obstsäften, deren Maischen 2 Stunden bei verschiedenen Temperaturen gelagert wurden

Fruchtart	Z = Zentrifuge N = Nutsche	Temperatur			
		20°	45°	80/45°	80°
Äpfel	Z	31,2	31,8	34,2	33,6
	N	—	29,8	31,6	30,3
Birnen	Z	—	34,5	35,1	35,1
	N	32,7	32,0	32,6	32,4
Kirschen	Z	44,6	47,1	—	45,5
	N	44,8	42,6	42,1	44,9
Trauben, weiß	Z	81,3	83,1	84,4	84,6
	N	80,7	77,7	83,0	83,5
Trauben, rot	Z	56,0	59,1	—	61,5
	N	55,5	54,8	55,5	56,3
Johannisbeeren, rot	Z	34,5	35,4	36,5	39,1
	N	34,4	35,0	35,1	35,8
Johannisbeeren, schwarz	Z	35,6	37,5	37,7	41,0
	N	32,7	30,0	33,3	37,7
Himbeeren	Z	41,5	42,9	44,1	44,4
	N	39,7	40,1	40,4	40,8
Stachelbeeren	Z	48,7	53,9	54,7	56,6
	N	49,8	47,3	50,9	48,2
Erdbeeren	Z	35,2	35,9	36,8	37,1
	N	—	34,2	—	—

Maischen jeweils zwei Stunden bei den verschiedenen Temperaturen gelagert worden waren: bei 20° C, bei 45° C, bei 45° C nach vorheriger 90 Sekunden langer Erhitzung auf 80° C (80/45°) und bei 80° C.

Durch die Erwärmung der Maischen ergaben sich deutliche Unterschiede in den nach den beiden Verfahren (Zentrifugation oder Filtration) gewonnenen Säften, die wir in den folgenden Abschnitten aufzeigen.

Durch Zentrifugation gewonnene Säfte:

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, nimmt bei allen Früchten der *Extraktgehalt* (als °Oechsle ausgedrückt) in den mittels Zentrifuge gewonnenen Säften zu, wenn die Maischen bei höherer Temperatur gelagert werden. Mit Ausnahme von Äpfeln und Kirschen werden die höchsten Werte nach der zweistündigen Maischelagerung bei 80° C erzielt. Parallele

Tabelle 2

Zuckergehalt (g/l) und zuckerfreier Extrakt (g/l) von Obstsäften, deren Maischen 2 Stunden bei verschiedenen Temperaturen gelagert wurden

Fruchtart	Z = Zentrifuge N = Nutsche	G = Zucker- gehalt E = zucker- freier Extrakt	Temperatur			
			20°	45°	80/45°	80°
Äpfel	Z	G	62,4	65,0	69,0	68,6
		E	18,4	17,4	19,6	18,5
	N	G	—	59,6	63,8	61,0
		E	—	17,6	18,1	17,5
Birnen	Z	G	—	57,6	57,4	60,3
		E	—	31,8	33,6	30,7
	N	G	55,2	52,4	54,2	54,4
		E	29,5	30,5	30,3	29,5
Kirschen	Z	G	73,2	78,8	—	71,8
		E	42,5	43,5	—	46,3
	N	G	74,8	71,6	70,4	72,8
		E	41,4	38,9	38,8	43,7
Trauben, weiß	Z	G	186,0	186,4	177,4	173,0
		E	25,8	30,2	42,5	47,5
	N	G	185,6	171,0	174,2	174,8
		E	24,6	31,3	42,1	42,8
Trauben, rot	Z	G	102,8	111,8	116,6	118,4
		E	42,7	41,9	—	41,6
	N	G	109,6	105,0	106,4	109,2
		E	34,6	37,4	37,7	37,1
Johannisbeeren, rot	Z	G	52,8	55,2	56,2	55,6
		E	36,6	36,5	38,6	45,8
	N	G	54,0	55,4	54,6	51,8
		E	35,1	35,3	36,2	41,0
Johannisbeeren, schwarz	Z	G	47,4	41,8	50,2	51,4
		E	44,9	55,4	47,5	54,9
	N	G	44,4	36,4	43,4	49,8
		E	40,4	41,3	42,9	47,9
Himbeeren	Z	G	77,0	78,5	79,5	80,7
		E	30,0	32,8	35,0	34,5
	N	G	73,6	72,8	72,6	74,5
		E	29,3	31,2	32,1	31,3
Stachelbeeren	Z	G	87,4	99,6	97,2	103,0
		G	39,0	40,4	44,9	44,1
	N	G	93,8	87,4	93,4	86,4
		E	35,8	35,4	38,7	38,7
Erdbeeren	Z	G	60,6	70,4	65,0	68,0
		E	23,6	22,6	30,4	28,2
	N	G	—	65,8	—	—
		E	—	23,0	—	—

Befunde ergeben sich — wie aus Tabelle 2 ersichtlich — im Gehalt der mittels Zentrifugen gewonnenen Säfte an *Zucker* und *zuckerfreiem Extrakt*; durch Erwärmung der Maische steigt die Konzentration an Zucker und zuckerfreiem Extrakt (mit Ausnahme der roten Trauben) in den Säften an. Doch sind hier nicht durchgängig die Höchstwerte nach der zweistündigen Maischelagerung bei 80°C zu finden. Bei Erdbeeren, Kirschen und weißen Trauben liegt die höchste Ausbeute an *Zucker* bereits nach der zweistündigen Erwärmung auf 45°C, bei roten Johannisbeeren und Äpfeln nach der kurzen Hoherhitzung und anschließender Lagerung bei 45°C, bei Himbeeren, Stachelbeeren, schwarzen Johannisbeeren, Birnen und roten Trauben nach der zweistündigen Erhitzung der Maische auf 80°C. Bei der Ausbeute an *zuckerfreiem Extrakt* zeigt sich die Erhitzung auf 80°C als günstig, wobei bei Stachelbeeren, Himbeeren, Erdbeeren, Äpfel und Birnen schon die 90 Sekunden lange Erhitzung, bei roten und schwarzen Johannisbeeren, bei Kirschen und weißen Trauben durch die zweistündige Lagerung bei 80°C die Höchstwerte erreicht werden.

Durch Filtration gewonnene Säfte:

Bei den mittels Filtration gewonnenen Säften zeigt sich durch die analytische Untersuchung ein interessanter Befund. Bei fast allen Früchten liegt das *spezifische Gewicht* in den Säften nach der Maischelagerung bei 20°C höher als nach der zweistündigen Maischeerwärmung auf 45°C. Erst die Erhitzung auf 80°C ergibt höhere Werte des Gesamtextraktgehaltes; bei Stachelbeeren, Birnen und Äpfeln werden die Höchstwerte nach der 80/45°-Behandlung, bei den anderen Früchten nach der zweistündigen Erhitzung auf 80° gefunden. Entsprechende Beobachtungen werden bei der Ermittlung des *Zuckergehaltes* in den mittels Nutsche gewonnenen Säften von Himbeeren, Stachelbeeren, schwarzen Johannisbeeren, Kirschen, Birnen, roten und weißen Trauben gemacht, die nach der Maischelagerung bei gewöhnlicher Keltertemperatur höhere Zuckergehalte aufweisen als nach der Erwärmung auf 45°C und sogar nach der Kurzzeithoherhitzung mit anschließender Lagerung bei 45°C. Bei Stachelbeeren, Birnen, Kirschen, weißen und roten Trauben wird auch nach der zweistündigen Maischeerhitzung auf 80°C keine höhere Zuckerausbeute im Saft erzielt als nach der Maischelagerung bei 20°C. Der *zuckerfreie Extrakt* liegt dagegen nur in Stachelbeer- und Kirschsäften nach der Maischelagerung bei Normaltemperatur höher als nach der Erwärmung.

Zunächst muß generell für alle Fruchtarten bei der Gewinnung der Säfte aus den unfermentierten Maischen herausgestellt werden, daß die Gewinnungsart — je nach dem, ob man die Zentrifugation oder Filtration heranzieht — einen entscheidenden Einfluß auf die Zusammensetzung der Säfte hat. Die Ausbeute an Inhaltsstoffen in den Säften ist sowohl nach der Maischelagerung bei Normaltemperatur als auch nach den verschiedenartigen Erwärmungen (mit wenigen Ausnahmen im Zucker- und zuckerfreien Extraktgehalt) höher, wenn die Maischen zentrifugiert als wenn sie über die Nutsche abfiltriert werden. Auf die großtechnische Praxis übertragen, weisen diese Ergebnisse darauf hin, daß mittels des auf dem Prinzip der Zentrifuge beruhenden Trennschleuderverfahrens (6, 13) inhaltsreichere Säfte erhalten werden können als mit dem Preßverfahren, bei dem sich parallel zur Filtration Druckunterschiede auswirken.

Es läßt sich bei den zentrifugierten Säften eindeutig feststellen, daß eine Erwärmung der Maische eine bessere Ausbeute an den von uns analysierten wertgebenden Inhaltsstoffen in den Säften ergibt. Zweifellos wird der Aufschluß der Zellen und der leichtere Übergang der verschiedenen Stoffe in den Saft durch die Erwärmung gefördert. Darüber hinaus muß nach unseren früheren Untersuchungen (7) eine säurekatalysierte Protopektinspaltung in den Maischen

stattfinden, die durch die Neubildung von Pektin eine erhöhte Viskosität der nach der Wärmebehandlung der Maische erhaltenen Säfte bewirkt (vgl. Tab. 3).

Dieser Befund läßt auch die Deutung der zunächst undurchsichtigen Ergebnisse bei den mittels Nutsche gewonnenen Säften zu, die teilweise nach der zweistündigen Maischelagerung bei 20° C höhere Werte an Inhaltsstoffen auf-

Tabelle 3

Viskositäten von Fruchtsäften nach der zweistündigen Lagerung der Maischen bei verschiedenen Temperaturen mit und ohne Fermentzusatz
(Viskosität angegeben in Durchflußgeschwindigkeiten, Sekunden — Maischefermentierung mit Ferment II)

Fruchtart	Saftgew. Z = Zentrifuge N = Nutsche	20°	45° ohne F. + F.		80/45 ohne F. + F.		80°
Äpfel	Z	36,1	36,9	24,7	62,0	25,2	53,4
	N	33,8	29,4	25,9	54,0	24,5	
Birnen	Z	23,7	28,6	26,4	53,8	27,2	42,6
	N	24,7	27,5	26,8	41,6	27,1	
Kirschen	Z	24,1	24,8	24,9	26,1	25,0	31,1
	N	23,8	23,8	23,4	24,5	23,7	
Trauben, weiß	Z	32,9	34,5	30,1	38,2	31,7	39,8
	N	33,1	33,6	29,9	34,9	30,4	
Ttauben, rot	Z	28,5	38,5	31,2	41,7	32,9	56,2
	N	27,7	35,0	28,3	37,5	29,3	
Johannisbeeren, rot	Z	51,5	69,6	23,0	90,9	22,9	152,0
	N	52,0	73,0	23,1	75,8	22,5	
Johannisbeeren, schwarz	Z	26,9	43,3	24,2	52,6	23,6	62,4
	N	25,5	35,4	23,5	49,0	23,3	
Himbeeren	Z	34,0	43,7	28,7	72,6	26,1	60,8
	N	29,3	41,8	24,4	60,3	25,0	
Stachelkeeren	Z	40,5	46,2	25,9	95,4	26,1	142,0
	N	34,2	39,5	25,5	80,7	25,7	
Erdbeeren	Z	64,5	35,3	24,0	195,6	24,6	198,0
	N	—	31,4	23,5	120,1	23,6	

weisen als nach der Maischeerwärmung. Man muß annehmen, daß die höhere Viskosität der Säfte nach der Wärmebehandlung der Maischen die Filtrierbarkeit erschwert. Weiterhin kann aus unseren experimentellen Befunden geschlossen werden, daß die Zucker von den in der Wärme entstandenen Pektinen festgehalten bzw. eingeschlossen werden und somit teilweise überhaupt nicht in das Maischefiltrat gelangen. Beweisend hierfür ist der Vergleich der in Tabelle 3 aufgenommenen Viskositätswerte der Zentrifugensäfte und Nutschen-säfte: Nach der Wärmebehandlung der Maischen bei erhöhter Neubildung von Pektinen sind die Unterschiede in den Viskositäten zwischen den beiden Saftgewinnungsarten wesentlich größer. Es ist zu schließen, daß auch Anteile der makromolekularen, schwerfiltrierbaren Pektine im Filter zurückbleiben und

Zucker wie auch andere Saftbestandteile inkludiert oder adsorptiv zurückhalten, während bei der Saftgewinnung mittels der Laboratoriums-Flaschen-zentrifuge Pektine und von diesen festgehaltene Inhaltsstoffe im Saft verbleiben und lediglich Faseranteile zum Sedimentieren gebracht werden.

Für die Praxis bedeuten diese Ergebnisse, daß nach der Maischeerwärmung auf Grund der Neubildung von Pektinen mit einer schwierigeren Filtrierbarkeit bzw. Preßbarkeit gerechnet werden muß, wodurch gleichzeitig eine geringere Ausbeute an wertgebenden Inhaltsstoffen bewirkt wird.

Tabelle 4

°Oechsle von Obstsaften, deren Maischen 2 Stunden bei 45°C mit 2 g Enzym pro kg Maische fermentiert wurden

Fruchtart	Z = Zentrifuge N = Nutsche	ohne Ferment	mit Ferment					
			I	II	III	IV	V	VI
Äpfel	Z	31,8	31,0	34,5	36,8	31,8	31,3	—
	N	29,8	32,6	33,0	28,8	28,3	30,5	30,3
Birnen	Z	34,5	34,2	37,8	34,4	—	33,7	34,3
	N	32,0	31,7	34,4	32,5	30,8	32,5	32,5
Kirschen	Z	47,1	47,0	47,7	47,3	47,6	47,6	47,9
	N	42,6	41,9	42,8	40,7	43,1	43,4	41,5
Trauben, weiß	Z	83,1	81,8	83,9	82,5	82,6	83,0	81,4
	N	77,7	74,4	79,0	78,4	78,1	75,3	77,4
Trauben, rot	Z	59,1	57,1	58,3	56,9	56,6	58,2	58,9
	N	54,8	57,3	56,1	52,7	52,2	55,3	54,2
Johannisbeeren, rot	Z	35,4	36,9	38,2	36,0	36,0	35,9	35,5
	N	35,0	34,4	36,2	33,7	33,5	33,3	33,4
Johannisbeeren, schwarz	Z	37,5	36,1	39,5	38,2	37,8	37,9	39,1
	N	30,0	38,4	35,2	36,1	35,5	35,4	35,4
Himbeeren	Z	42,9	43,2	45,0	43,2	43,1	43,5	43,5
	N	40,1	40,7	41,7	39,8	41,0	40,9	41,1
Stachelbeeren	Z	53,9	53,5	—	53,5	53,3	53,8	53,9
	N	47,3	49,3	52,7	50,2	50,7	48,6	49,0
Erdbeeren	Z	35,9	37,2	38,0	37,4	37,0	36,1	37,5
	N	34,2	32,4	35,5	34,5	34,5	34,7	34,3

Wenn auch unsere Untersuchungen über die Wärmebehandlung von Obst-maischen generell insbesondere für die mittels Zentrifuge gewonnenen Säfte zeigen, daß durch die Erwärmung der Maische die Ausbeute an Inhaltsstoffen steigt, weisen unsere Befunde doch darauf hin, daß die einzelnen Fruchtarten recht unterschiedlich auf die verschiedenen Wärmebehandlungsarten reagieren. Wie wir bereits bei der Zusammenstellung der Ergebnisse dargelegt haben, werden die Höchstwerte bei einigen Fruchtarten nach der zweistündigen Maischelagerung bei 80° C erzielt, während sie bei anderen Obstarten nach der kurzen Erhitzung auf 80° C und der anschließenden Lagerung bei 45° C erreicht werden. Es ergeben sich auch Unterschiede bei der gleichen Obstart in der Ausbeute an Zucker und zuckerfreiem Extrakt.

2. Einfluß der Maischefermentation auf spezifisches Gewicht, Zuckergehalt und zuckerfreiem Extrakt der Säfte

In unserer früheren Mitteilung (7) und in Tabelle 3 wird ersichtlich, daß durch Zusatz von Filtrationsenzymen zu den Obstmaischen an Hand der Viskositätsbestimmung in den Säften (mit Ausnahme der Kirschen) ein deutlicher Pektinabbau festzustellen ist. Im Verlauf unserer weiteren Untersuchungen ermittelten wir die Wirkung der Maischefermentierung auf die

Tabelle 5

° Oechsle von Obstsäften, deren Maischen 90 Sekunden auf 80° C erhitzt, danach 2 Stunden bei 45° C mit 2 g Enzym pro kg Maische fermentiert wurden

Fruchtart	Z = Zentrifuge N = Nutsche	ohne Ferment	mit Ferment					
			I	II	III	IV	V	VI
Äpfel	Z	34,2	34,9	37,0	34,5	34,5	34,6	33,7
	N	31,6	32,7	35,3	32,6	32,2	31,4	32,2
Birnen	Z	35,1	36,6	37,8	36,6	36,0	35,2	35,4
	N	32,6	32,2	35,8	34,6	32,5	32,6	32,4
Kirschen	Z	—	—	47,3	46,1	45,1	50,1	46,2
	N	42,1	37,2	39,4	35,1	—	41,7	39,9
Trauben, weiß	Z	84,4	84,4	86,2	85,2	84,0	85,2	86,3
	N	83,0	82,2	82,0	81,3	80,1	84,6	81,6
Trauben, rot	Z	—	60,3	60,9	58,7	59,2	59,3	59,8
	N	55,5	55,3	56,9	56,0	54,8	53,5	55,8
Johannisbeeren, rot	Z	36,5	36,9	38,5	37,1	37,5	37,7	37,5
	N	35,1	34,5	36,5	35,0	35,2	37,9	33,9
Johannisbeeren, schwarz	Z	37,7	39,5	40,1	38,7	38,3	39,1	39,0
	N	33,3	37,4	37,5	36,2	35,1	36,3	34,1
Himbeeren	Z	44,1	44,2	45,9	44,4	44,1	44,7	43,7
	N	40,4	41,0	43,0	40,7	41,1	41,0	41,8
Stachelbeeren	Z	54,7	55,2	56,1	54,9	54,9	55,4	55,1
	N	50,9	51,7	53,7	50,6	52,4	51,3	51,0
Erdbeeren	Z	36,8	38,0	38,0	37,9	37,3	37,7	37,5
	N	—	34,8	35,8	35,3	34,6	33,9	35,1

Ausbeute an Saftinhaltsstoffen. Theoretische Überlegungen führten zu der Annahme, daß sich durch den Abbau des makromolekularen Pektins die Löslichkeit bzw. die Adsorbierbarkeit von bestimmten niedermolekularen Stoffen verändert, wodurch die resultierenden Säfte auch eine andere Zusammensetzung erfahren könnten. Wir wiesen bereits oben bei unseren Untersuchungen über die Wärmebehandlung von Maischen auf derartige Zusammenhänge hin.

Zunächst sind in Tabelle 4 und 5 die Gesamtextraktwerte der Säfte (in Oechsle-Graden) nach der Maischefermentierung bei 45° C sowohl mit und ohne vorherige Kurzzeit-Hocherhitzung auf 80° C zusammengestellt. Es geht aus den Werten der Tabelle 4 hervor, daß die zweistündige Fermentierung der Maische bei 45° C (mit Ausnahme bei roten Trauben) eine Erhöhung des

spezifischen Gewichtes in den Säften bewirkt im Vergleich zu den unfermentierten Proben. Erhöhte Extraktwerte werden auch durch die Fermentierung der Maischen bei 45° C unter Vorschaltung der kurzen (90 Sekunden langen) Hoherhitzung auf 80° C erzielt (Ausnahme: Kirschen), vgl. Tab. 5.

Auch an Hand der in Tabelle 6 und 7 zusammengestellten Werte für *Zucker* und *zuckerfreien Extrakt* wird deutlich, daß eine Fermentierung der Maischen im allgemeinen eine höhere Ausbeute an diesen Saftinhaltsstoffen hervorruft. Werden die Maischen bei 45° C zwei Stunden mit den Filtrationsenzymen behandelt, so liegen die ermittelten Werte höher als nach der Maischelagerung ohne Fermentzusatz, sowohl in den mittels Zentrifuge gewonnenen Säften als auch in den mittels Nutsche gewonnenen Säften von Äpfeln, Birnen, Kirschen, roten und schwarzen Johannisbeeren, Himbeeren und Stachelbeeren; nur bei den Trauben liegen die zuckerfreien Extraktwerte in den mittels Nutsche gewonnenen Säften niedriger, bei Erdbeeren die Zuckerwerte in Zentrifugen- und Nutschensäften (Tab. 6). Wird der Maischefermentierung die Kurzzeit-Hoherhitzung vorangeschaltet, so ist der günstige Einfluß der Fermentierung noch eindeutiger. Allein bei weißen Trauben werden noch niedrigere zuckerfreie Extraktwerte erhalten (Tab. 7).

Es muß darauf hingewiesen werden, daß nahezu alle Werte in den mittels Nutsche gewonnenen Säften unter denjenigen der mittels Zentrifuge gewonnenen Säften liegen. Diese durchgängigen Befunde zeigen, daß auch nach der Maischefermentierung die Methode der Saftgewinnung die Ausbeute an Saftinhaltsstoffen beeinflusst. Nach unseren Laboratoriumsergebnissen werden mit der Zentrifuge Säfte mit einem höheren Gehalt an Inhaltsstoffen gewonnen als mit der Nutsche. Dieser Befund läßt aber nicht unbedingt den Schluß zu, daß in der Technik nach den beiden Trenn-Prinzipien von Gemischen aus fester und flüssiger Phase die gleichen Resultate erzielt werden. Vielmehr spielen dann die konstruktiven Eigenschaften der Zentrifuge (Trennprinzip, das sich der Schwerkraft bedient) und der Presse (Trennprinzip, das sich eines Druckunterschiedes bedient) eine entscheidende Rolle. Der Nutsche im Labor entspricht die Presse im praktischen Einsatz. Bei der Nutsche beträgt die sich auswirkende Druckdifferenz ca. 1 atü, während sie bei der Presse während des Arbeitsvorganges bis auf 16 atü gesteigert wird, wodurch die ablaufenden Säfte je nach den herrschenden Druckverhältnissen eine unterschiedliche Zusammensetzung haben. Setzt man in der Praxis eine Zentrifuge zur Entsaftung ein, so bedingen Umlaufgeschwindigkeit und Trommeldurchmesser wie auch die Sedimentationsstrecke, Aufenthaltszeit und andere Faktoren die Ausbeuten an Inhaltsstoffen.

Unter den eingesetzten sechs verschiedenen Handelspräparaten zeigte sich bei unseren Laboratoriumsuntersuchungen das Enzympräparat II den anderen Fermentgemischen im allgemeinen überlegen. Bei den in Tabelle 4 zusammengestellten Befunden werden 65%, bei Tabelle 5 sogar 80% der Höchstwerte im Gesamtextraktgehalt durch Ferment II erreicht. Auch durch die Bestimmung des Zuckergehaltes und des zuckerfreien Extraktes — vgl. Tab. 6 und 7 — wurde die besonders gute Wirkung des Fermentes II bestätigt. Parallel hierzu hatten wir bereits bei den meisten Fruchtarten festgestellt (7), daß Fermentgemisch II den vergleichsweise besten Pektinabbau, verfolgt an der Viskosität der Säfte, bewirkt. Von hier aus wird unsere Theorie bestätigt: ein weitgehender Abbau des Pektins, der durch wirksame Fermentpräparate in den Obstmaischnen gewährleistet wird, läßt Säfte mit relativ höheren Anteilen an Inhaltsstoffen erwarten.

Tabelle 6

Zuckergehalt (g/l) und zuckerfreier Extrakt (g/l) von Obstsäften, deren Maischen 2 Stunden bei 45° C mit 2 g Enzym pro kg Maische fermentiert wurden

Fruchtart	Z = Zentri- fuge N = Nutsche	G = Zucker- gehalt E = zucker- freier Extrakt	ohne Fer- ment	mit Ferment					
				I	II	III	IV	V	VI
Äpfel	Z	G	65,0	69,0	69,3	69,3	62,0	64,7	64,8
		E	17,4	19,6	20,1	20,1	17,8	17,7	16,3
	N	G	59,6	67,4	65,0	59,2	56,8	60,1	59,3
		E	17,6	17,1	20,5	15,4	16,5	18,9	11,2
Birnen	Z	G	57,6	58,5	63,8	56,7	—	55,6	56,7
		E	31,8	30,1	34,2	32,4	—	31,7	32,2
	N	G	52,4	55,4	54,6	52,1	50,2	50,0	49,8
		E	30,5	33,7	34,5	32,1	29,6	34,2	34,4
Kirschen	Z	G	78,8	79,6	82,2	78,1	71,6	78,6	77,8
		E	43,5	42,4	41,6	44,6	44,0	45,0	46,6
	N	G	71,6	72,4	74,4	66,2	72,6	69,6	69,0
		E	38,9	36,4	36,6	39,3	39,3	43,0	39,0
Trauben, weiß	Z	G	186,4	182,6	191,8	191,2	177,0	189,0	191,8
		E	30,2	30,5	26,8	28,7	28,2	27,3	20,2
	N	G	171,0	169,0	181,2	179,0	178,4	178,4	178,8
		E	31,3	24,6	24,6	25,1	25,0	17,7	22,7
Trauben, rot	Z	G	111,8	113,8	121,8	111,0	115,2	113,4	112,0
		E	41,9	34,6	29,7	36,9	31,9	40,5	41,1
	N	G	105,0	109,0	108,0	102,6	105,2	107,6	104,0
		E	37,4	39,9	37,9	34,3	30,4	36,1	36,8
Johannisbeeren, rot	Z	G	55,2	55,2	58,8	52,0	53,2	53,6	51,8
		E	36,5	40,4	40,2	41,3	39,7	39,4	40,2
	N	G	55,4	52,4	56,2	50,2	49,8	49,4	50,0
		E	35,3	36,7	37,6	37,1	37,0	36,9	36,5
Johannisbeeren, schwarz	Z	G	41,8	44,4	50,4	—	49,2	42,2	48,4
		E	55,4	49,2	52,0	—	48,8	55,8	53,0
	N	G	36,4	48,4	45,2	45,0	43,6	40,2	42,0
		E	41,3	51,1	46,0	48,6	48,4	51,5	49,7
Himbeeren	Z	G	78,5	77,2	83,6	76,4	74,9	77,9	78,6
		E	32,8	34,9	33,2	35,7	37,0	35,0	34,3
	N	G	72,8	73,6	76,2	71,0	75,6	74,7	72,2
		E	31,2	31,9	32,7	30,7	31,3	34,7	31,2
Stachelbeeren	Z	G	99,6	96,2	100,6	97,0	96,2	98,2	98,6
		E	40,4	42,8	—	42,0	42,3	41,6	41,4
	N	G	87,4	89,0	94,8	92,4	92,0	91,0	89,8
		E	35,4	39,8	42,1	37,9	39,6	35,2	37,4
Erdbeeren	Z	G	70,4	65,0	69,6	62,6	65,4	64,4	64,8
		E	22,6	31,4	28,9	34,3	30,7	29,2	32,4
	N	G	65,8	57,4	63,2	60,6	62,8	62,2	63,0
		E	23,0	26,5	28,8	28,8	26,6	27,7	25,9

Tabelle 7

Zuckergehalt (g/l) und zuckerfreier Extrakt (g/l) von Obstsäften, deren Maischen 90 Sekunden auf 80° C erhitzt, danach 2 Stunden bei 45° C mit 2 g Enzym pro kg Maische fermentiert wurden.

Fruchtart	Z = Zentri- fuge N = Nutsche	G = Zucker- gehalt E = zucker- freier Extrakt	ohne Fer- ment	mit Ferment					
				I	II	III	IV	V	VI
Äpfel	Z	G	69,0	70,3	73,6	71,4	68,6	68,2	67,3
		E	19,6	20,1	22,3	18,0	20,8	21,5	20,0
	N	G	63,8	67,5	68,8	66,4	63,8	63,3	59,9
		E	18,1	17,3	22,7	18,1	19,6	18,0	23,5
Birnen	Z	G	57,4	58,4	63,2	58,0	58,9	56,3	60,4
		E	33,6	36,5	34,8	36,9	34,4	34,9	31,3
	N	G	54,2	51,4	58,3	56,3	53,0	52,4	52,7
		E	30,3	32,0	34,5	33,4	31,2	32,1	31,2
Kirschen	Z	G	—	75,0	79,2	74,6	74,4	74,0	74,6
		E	—	—	43,6	45,0	42,6	56,4	45,3
	N	G	70,4	70,8	68,0	60,2	—	66,4	64,8
		E	38,8	25,7	34,1	30,8	—	41,7	38,6
Trauben, weiß	Z	G	177,4	186,8	196,0	191,9	169,0	193,4	192,8
		E	42,5	33,1	28,7	30,8	29,9	28,6	32,2
	N	G	174,2	190,0	186,0	178,4	184,4	182,6	182,6
		E	42,1	24,1	27,6	33,4	24,3	30,0	29,7
Trauben, rot	Z	G	116,6	116,6	117,0	119,0	112,2	118,0	118,4
		E	—	40,2	41,4	38,6	41,7	36,2	37,1
	N	G	106,4	107,2	109,0	102,4	106,0	107,0	107,4
		E	37,7	36,5	38,9	43,1	36,4	38,0	37,6
Johannisbeeren, rot	Z	G	56,2	51,0	56,6	54,0	55,0	56,6	56,0
		E	38,6	44,6	43,2	42,0	42,2	41,1	41,2
	N	G	54,6	54,8	54,6	48,8	50,4	54,6	50,8
		E	36,2	38,6	40,0	41,9	40,8	43,6	37,0
Johannisbeeren, schwarz	Z	G	50,2	52,2	53,2	50,8	51,2	51,8	52,4
		E	47,5	50,2	50,8	49,5	48,1	49,6	48,7
	N	G	43,4	49,2	50,6	47,4	47,8	49,0	44,8
		E	42,9	47,7	46,6	46,4	43,2	45,1	43,6
Himbeeren	Z	G	79,5	79,2	84,2	80,0	78,1	76,5	78,8
		E	35,0	35,5	32,9	35,2	36,4	39,5	34,6
	N	G	72,6	73,6	75,8	73,1	69,7	73,3	75,9
		E	32,1	32,7	35,9	32,4	36,9	33,0	32,5
Stachelbeeren	Z	G	97,2	97,2	98,2	96,0	97,2	98,6	98,0
		E	44,9	47,6	47,6	45,4	45,3	45,2	44,9
	N	G	93,4	95,2	96,4	93,0	94,2	94,6	91,4
		E	38,7	39,0	43,1	38,4	41,9	39,6	41,0
Erdbeeren	Z	G	65,0	68,4	68,2	63,2	61,8	66,8	65,8
		E	30,4	30,1	30,3	35,1	34,9	31,0	31,4
	N	G	—	63,6	64,0	63,6	63,2	60,4	63,2
		E	—	28,6	28,8	27,9	26,5	27,4	28,8

Es war weiterhin von Interesse, ob sich die für die Ausschaltung der Oxydationsfermente 90 Sekunden lange Erhitzung der Maische auf 80° C vor der Lagerung bei 45° C auch bei Anwendung der Maischefermentierung günstig auswirkt. Wir haben hierzu die Analysendaten der Tabelle 3–7, und zwar der Säfte, deren Maischen mit Ferment II behandelt worden waren, herangezogen und in Tabelle 8 ausgewertet. Ein niedriger Viskositätswert wird nur in den

Tabelle 8

Steigerung der Ausbeute durch Vorschaltung der Kurzzeit-Hoherhitzung¹⁾ auf 80° vor der Maischefermentierung mit Ferment II bei 45°

Fruchtart	Z = Zentrifuge N = Nutsche	Viskos. Senkung	Dichte	Zucker	zuckerfreier Extrakt
Äpfel	Z	+	+	+	+
	N		+	+	+
Birnen	Z				+
	N		+	+	
Kirschen	Z				
	N				
Trauben, weiß	Z				+
	N		+	+	
Trauben, rot	Z		+		+
	N		+	+	+
Johannisbeeren, rot	Z	+	+		+
	N	+			
Johannisbeeren, schwarz	Z	+	+		+
	N	+	+		+
Himbeeren	Z	+	+	+	
	N		+		+
Stachelbeeren	Z		+		
	N		+		+
Erdbeeren	Z				+
	N		+	+	

mittels Zentrifuge gewonnenen Säften von Himbeeren, roten und schwarzen Johannisbeeren, und in den mittels Nutsche gewonnenen Säften der roten und schwarzen Johannisbeeren sowie Äpfel beobachtet. Man muß jedoch bei den Viskositätswerten beachten (vgl. Tab. 3), daß die eigentliche Erniedrigung nach der Fermentbehandlung bei 80/45° C sehr groß ist, da ja diese Wärmebehandlung der Maischen ohne Ferment eine hohe Viskosität bedingt. Es ist also mit Hilfe der Filtrationsenzyme möglich, die durch die kurze Hoherhitzung neu-gebildeten Pektine abzubauen, was wegen der besseren Verarbeitbarkeit auch zur Erhöhung der Konzentration an Saftinhaltsstoffen führt, wie es in Tabelle 8

¹⁾ Kurzzeit-Hoherhitzung = Erhitzung der Maische 90 Sekunden lang auf 80°C mit anschließender Rückkühlung auf 45° C.

deutlich wird. Es gibt also auch bei der Maischefermentierung eine vorangehende Kurzzeit-Hocherhitzung höhere Ausbeuten an wertgebenden Saftbestandteilen. Diese Methode — kurze Hocherhitzung zweistündige Fermentierung der Maische bei 45° C — läßt nach unseren Untersuchungen im allgemeinen die besten Ergebnisse im Hinblick auf Ausbeute und Verarbeitbarkeit (Viskosität) der Säfte erwarten.

Es erschien uns unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte und im Hinblick auf das bei schwarzen Johannisbeeren geübte Dämpfen besonders wichtig, die nach der zweistündigen Maischelagerung bei 80° C erhaltenen Höchstwerte in Vergleich zu stellen mit den entsprechenden Werten nach einer Fermentbehandlung der Maischen, die bei 45° C — also mit wesentlich geringeren Energieaufwand — erfolgte. Wir hatten in den Untersuchungen über den Einfluß der Maischeerwärmung festgestellt (vgl. Tab. 1 und 2), daß in vielen Fällen die Höchstaussbeute an Inhaltsstoffen in den Säften nach der zweistündigen Erhitzung der Maische auf 80° C erzielt wird. Diese Werte sind in Tabelle 9 in Vergleich gesetzt mit den Ausbeutezahlen, nach der unter Fermentzusatz erfolgten Maischelagerung bei 45° C. Mit Ausnahme der Kirschen und weißen Trauben werden in fast allen Fällen sowohl durch die Fermentierung der Maische bei 45° C ohne vorherige Kurzzeit-Hocherhitzung (Rubrik 3) als auch durch die Maischefermentierung bei 45° C nach vorangeschalteter Kurzzeit-Hocherhitzung (Rubrik 4) die durch die zwei Stunden lange Maischehocherhitzung auf 80° C erhaltenen Höchstwerte praktisch erreicht (Rubrik 2); zum besseren Vergleich sind noch die bei der 80/45° C-Behandlung der Maischen — ohne Ferment — ermittelten Werte in Rubrik 1 angegeben. Bei Birnen, Himbeeren, Erdbeeren und teilweise auch bei roten und schwarzen Johannisbeeren werden die ohne Fermentierung, aber durch lange Hocherhitzung erzielten Höchstwerte der Saftinhaltsstoffe durch die Fermentbehandlung der nur auf 45° C erwärmten Maische sogar übertroffen. Diese Befunde sind von Bedeutung für die wärmetechnische und wärmewirtschaftliche Lenkung der industriellen Süßmostgewinnung.

Für die technologische Fruchtsaftgewinnung ist der Zusammenhang zwischen der durch Maischeerhitzung und -fermentierung bedingten Änderung der Saftviskosität und je nach Gewinnungsart (Zentrifuge oder Nutsche) divergierende Ausbeute an Inhaltsstoffen von Bedeutung. Werden erhitzte Maischen zentrifugiert, steigt die Ausbeute an Inhaltsstoffen, werden sie abgenutscht, wird meist eine schlechtere Ausbeute an Inhaltsstoffen beobachtet, die auf die Erhöhung der Viskosität durch Neubildung von Pektinen zurückgeführt wird, d. h., die durch Maischeerhitzung hervorgerufene Viskositäts-erhöhung bedingt bei Anwendung eines Preßsystems eine geringe Ausbeute an Saftinhaltsstoffen, während bei Anwendung eines Zentrifugalsystems das Umgekehrte der Fall ist. Die Werte der Tabelle 3 zeigen, wie stark sich die 0,2%ige Zugabe von Filtrationsenzymen auf die Viskosität auswirkt; die Wirksamkeit der Fermente wird vor allem in den Vergleichswerten mit und ohne Ferment bei 80/45° C-Behandlung der Maische deutlich. In den Werten der Tabelle 3 ist weiterhin auffallend, daß nach der Fermentierung der Maischen die Viskositätswerte der mittels Zentrifuge gewonnenen Säfte und der mittels Nutsche gewonnenen Säfte, die nach der Maischeerwärmung (ohne Fermentzugabe) stark divergierten, nahezu gleich sind. Mit Ausnahme der Kirschen und Birnen werden durch die Maischefermentierung auch in den Filtrationswerten Viskositätswerte erzielt, die unter denjenigen der nicht erwärmten Maischen liegen.

Tabelle 9

Vergleich der nach der Fermentierung der Maischen (mit Ferment II) erhaltenen Werte mit den durch die zweistündige Erwärmung der Maischen ohne Ferment auf 80° erzielten Höchstwerten

Fruchtart	Saftegew. Z = Zentrifuge N = Nutsche	Maischen 90 Sek. auf 80°; 2 Std. bei 45° — ohne Fermente			Maischen 2 Std. bei 80° — ohne Fermente (Höchstwerte)			Maischen 2 Std. mit Fermentzusatz bei 45°			Maischen 90 Sek. auf 80°; 2 Stunden mit Fermentzu- satz bei 45°		
		Dichte	Zucker	zucker- freier Extrakt	Dichte	Zucker	zucker- freier Extrakt	Dichte	Zucker	zucker- freier Extrakt	Dichte	Zucker	zucker- freier Extrakt
Birnen	Z	35,1	57,4	—	35,1	60,3	—	37,8	63,8	—	35,8	63,2	—
Kirschen	Z	—	—	—	—	—	46,3	—	—	41,6	—	—	43,6
	N	42,1	—	38,8	44,9	—	43,7	42,8	—	36,6	39,4	—	34,1
Trauben, weiß	Z	84,4	—	42,5	84,6	—	47,5	83,9	—	26,8	86,2	—	28,7
	N	83,0	—	42,1	83,5	—	42,8	79,0	—	24,6	82,0	—	27,6
Trauben, rot	Z	—	116,6	—	61,5	118,4	—	58,3	121,8	—	60,9	117,0	—
	N	55,5	—	—	56,3	—	—	56,1	—	—	56,9	—	—
Johannisbeeren, rot	Z	36,5	—	38,6	39,1	—	45,8	38,2	—	40,2	38,5	—	43,2
	N	35,1	—	36,2	35,8	—	41,0	36,2	—	37,6	36,5	—	40,0
Johannisbeeren, schwarz	Z	37,7	50,2	47,5	41,0	51,4	54,9	39,5	50,4	52,0	40,1	53,2	50,8
	N	33,3	43,4	42,9	37,7	49,8	47,9	35,2	45,2	46,0	37,5	50,6	46,6
Himbeeren	Z	44,1	79,5	—	44,4	80,7	—	45,0	83,6	—	45,9	84,2	—
	N	40,4	72,6	—	40,8	74,5	—	41,7	76,2	—	43,0	75,8	—
Stachelbeeren	Z	54,7	97,2	—	56,6	103,0	—	—	100,6	—	56,1	98,2	—
Erdbeeren	Z	36,8	—	—	37,1	—	—	38,0	—	—	38,0	—	—

Es ist also möglich, unter Einsatz von Filtrationsenzymen den ungünstigen Einfluß der Erwärmung der Maischen auf die Filtrierbarkeit bzw. Preßbarkeit der Maische aufzuheben.

Auch in der Ausbeute an Inhaltsstoffen macht sich der positive Einfluß der Maischefermentierung bei den mittels Nutsche gewonnenen Säften bemerkbar, was wir schematisch in Tabelle 10 zeigen. Während bei der Lagerung nicht-fermentierter Maische bei 45° C die Dichte der Nutschsäfte von Birnen,

Tabelle 10

Einfluß der Fermentierung auf die Ausbeute der Saftinhaltsstoffe in filtrierten Säften

■ = Werte sind niedriger als die Werte nach der zweistündigen (unfermentierten) Maischelagerung bei 20° C.
o.F. = ohne Fermentzusatz
m.F. = mit Fermentzusatz

	zweistündige Lagerung bei 45° C						90 Sek. auf 80° C, zweistündige Lagerung bei 45° C					
	Dichte		Zucker		zuckerfr. Extrakt		Dichte		Zucker		zuckerfr. Extrakt	
	o.F.	m.F.	o.F.	m.F.	o.F.	m.F.	o.F.	m.F.	o.F.	m.F.	o.F.	m.F.
Birnen	■		■						■			
Kirschen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Trauben, weiß	■	■	■	■					■			
Trauben, rot	■		■	■					■			
Johannisbeeren, schwarz	■		■						■			
Himbeeren			■				■					
Stachelbeeren	■		■		■				■			

Kirschen, weißen und roten Trauben, schwarzen Johannisbeeren und Stachelbeeren unter den entsprechenden Werten ohne Maischeerwärmung lagen, ist durch Zugabe von Ferment II zur erwärmten Maische nur noch bei Kirschen und weißen Trauben der Dichtewert des mittels Nutsche gewonnenen Saftes unter demjenigen der nichterwärmten Maische. Bei den Zuckerwerten ergeben sich parallele Befunde. Eindeutig ist die Wirkung der Fermente bei der Maischelagerung nach vorheriger Hoherhitzung, wo bei den nichtfermentierten Proben in den mittels Nutschen gewonnenen Säften der meisten Früchte ein geringerer Zuckerwert erhalten wird, nach der Fermentierung jedoch ein höherer Zucker-gehalt erreichbar ist. Unsere Theorie wird hiermit bestätigt, daß, bei ungenügendem Pektinabbau, im Verlauf der Filtration Zucker zurückgehalten werden können und nicht in den Saft gelangen. Werden der Maische Filtrationsenzyme zugesetzt, so können zuckerreichere Filtrationssäfte gewonnen werden.

Den gesamten Analysendaten entsprechend, bilden Kirschen eine Ausnahme, sie scheinen, wie wir bereits in einer früheren Mitteilung (7) an Hand der Viskositätskurven zeigen konnten, kein durch die üblichen Fermente abbau-fähiges Pektin zu beinhalten, so daß bei dieser Fruchtart sich eine Fermentierung der Maische nicht lohnt.

Der chemische Teil der Arbeit wurde aus Mitteln der Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, der technische Teil durch finanzielle Unterstützung des Landesgewerbeamtes Baden-Württemberg, Stuttgart, ermöglicht; wir danken beiden Institutionen für die großzügige Hilfeleistung.

Zusammenfassung

Es wird in vorliegender Arbeit der Einfluß der *Erwärmung* und *Fermentierung* von Obstmaischen auf die Ausbeute an Inhaltsstoffen der Säfte untersucht. Gleichzeitig werden die Methoden der Saftgewinnung (Zentrifugation, Filtration) in Abhängigkeit von der Behandlungsart (Erwärmung, Fermentierung) studiert.

Die Untersuchungen wurden bei Erdbeeren, Himbeeren, Stachelbeeren, roten und schwarzen Johannisbeeren, Kirschen, Äpfeln, Birnen, bei roten und weißen Weintrauben durchgeführt.

Sowohl nach der Erwärmung als auch nach der Fermentierung der Maischen werden durch Zentrifugation inhaltsreichere Säfte gewonnen als durch Filtration der Maischen.

Durch die Erwärmung der Maischen ergibt sich bei den zentrifugierten Säften eine bessere Ausbeute an den von uns analysierten Inhaltsstoffen.

Nach alleiniger Maischeerwärmung (ohne Fermentierung!) ist auf Grund der Neubildung von Pektinen (aus Protopektinen) eine schwierigere Filtrierbarkeit zu beobachten; auch werden wesentliche Saftbestandteile, z. B. Zucker, im Maischefiltrat festgehalten, wodurch in den filtrierten Säften eine geringere Ausbeute an wertgebenden Inhaltsstoffen resultiert.

Wird bei 45°C eine zweistündige Maischefermentierung (0,2% Zusatz von Filtrationsenzymen) vorgenommen, so liegen fast durchgängig bei allen Früchten (Ausnahme: Kirschen) die Werte der Inhaltsstoffe sowohl in den mittels Zentrifuge als auch in den mittels Pressen gewonnenen Säften höher als nach der Maischelagerung ohne Fermentzusatz.

Wird der Maischefermentierung eine Kurzzeit-Hoherhitzung (90 Sekunden auf 80°C) vorgeschaltet, so ist der günstige Einfluß der Fermentierung noch eindeutiger.

Die Maischefermentierung ist von besonderem Wert, wenn die Säfte mit Hilfe der Filtration (Pressung) gewonnen werden. Durch die Filtrationsenzyme (Fermentation) werden die durch die Erwärmung der Maische neugebildeten Pektine abgebaut, was neben der rationelleren Verarbeitungsmöglichkeit (Filtrierbarkeit) insbesondere auch zu einer Erhöhung an Saftinhaltsstoffen führt.

In technologischer und wirtschaftlicher Hinsicht ist auch das Ergebnis von Bedeutung, daß durch zweistündige Lagerung fermentierter Maischen bei 45°C praktisch die Höchstausbeuten an Saftinhaltsstoffen erreicht werden, die sich ohne Fermentzusatz nach der zweistündigen Lagerung der Maischen bei 80°C ergeben.

Der Vergleich verschiedener Filtrationsenzympräparate des Handels zeigt, daß eine Parallelität zwischen wirksamem Pektinabbau und erhöhter Ausbeute an Saftinhaltsstoffen besteht.

Für die Praxis der Fruchtsaftindustrie, insbesondere bei Anwendung von Preßverfahren ergibt sich aus unseren Befunden, daß durch Maischeerwärmung und gleichzeitige Fermentierung eine größtmögliche Ausbeute an Saftinhaltsstoffen erzielt wird.

Schrifttum

1. KERTESZ, Z. J., New York State Agr. Expt. Sta. Bull. 589, 1 (1930); New York State Agr. Expt. Sta. Tech. Bull. 178, (1931) — 2. MEHLITZ, A., Z. Unters. Lebensmittel. 68, 91 (1934). — 3. CRUESS, W. V. und KILBUCK, J. J., Wines & Vines 23, 23 (1947). — 4. KOCH, J., Neuzeitliche Erkenntnisse auf dem Gebiet der Süßmostherstellung (Frankfurt 1956); Flüss. Obst 22, 1 (1955). — 5. KONLECHNER, H. und HAUSHOFFER, H., Mitt. Klosterneuburg 16, 158 (1956). — 6. HEIMANN, W., WUCHERPFENNIG, K. und REINTJES, H. J.,

Flüss. Obst **26** IV, 12 (1959). — 7. HEIMANN, W., WUCHERPFENNIG, K. und REINTJES, H. J., *Nahrung* **2**, 117 (1958). — 8. GANTNER, A., Flüss. Obst **26**, II, 12 (1959). — 9. HEIMANN, W., REINTJES, H. J., SCHIELE-TRAUTH, U., Weinberg u. Keller, **5**, 383 (1958). Diplomarbeit U. SCHIELE-TRAUTH, (T. H. Karlsruhe 1957). — 10. Handbuch der Lebensmittelchemie Bd. VII, S. 284, 293 (Berlin 1938). — 11. Handbuch der Lebensmittelchemie Bd. VII, S. 315, 409 (Berlin 1938). — 12. SCHUBERT, E., Schweiz. Brauereireidsch. **62**, 39 (1951). — 13. WUCHERPFENNIG, K., Flüss. Obst. **23**, I (1956), DBP 960912.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. W. HEIMANN, Dr. K. WUCHERPFENNIG u. Dr. H. J. REINTJES,
Institut für Lebensmittelchemie der Technischen Hochschule, Karlsruhe

*Aus dem Physiologisch-chemischen Institut der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. Dr. K. Lang)*

Zur Frage der Schutzwirkung von Thiamin bei chronischer Alkoholintoxikation

Von W. KIECKEBUSCH

Mit 4 Abbildungen

(Eingegangen am 18. Mai 1960)

Einleitung und Problemstellung

Viele Wissenschaftler beobachteten seit langem an Menschen und Tieren die Wirkungen des Alkohols. FORBES u. Mitarb. (1950) fanden bei Versuchen an Ratten keinen Unterschied im Neutralfett- und Cholesterin-Gehalt der Leber nach chronischer Alkoholgabe. Durch die Arbeiten von KLATSKIN u. Mitarb. (1951) und RICHTER (1953), die Experimente an Ratten über 6 Monate bzw. 367 Tage mit 8 und 16%iger Alkohollösung durchführten, ist bekannt, daß bei einer biologisch vollwertigen Nahrung durch dauernde Alkoholaufnahme keine Zirrhosen und Fettinfiltrationen verursacht werden. Nach MIRONE (1957) kann bei fettreicher, eiweißarmer sowie eiweißreicher und Thiaminmangelkost bei Mäusen die Alkoholaufnahme gesteigert werden. WILLIAMS u. Mitarb. (1949), RICHTER (1956), MIRONE (1957, 1958), GILLESPIE u. Mitarb. (1958), ROGERS u. Mitarb. (1955, 1956), MARDONES (1957) und ASCHKENASY-LELU (1958) führten Selbstwählversuche an Ratten mit verschiedenen Alkoholkonzentrationen und veränderten Bedingungen durch.

Durch Vorversuche stellten wir fest, daß die Tiere unseres Stammes bei der wahlweisen Alkoholaufnahme eine sehr große individuelle Streuung zeigten und die wahlweise Gabe daher nicht geeignet war. Uns interessierte, ob Thiamin bei langfristiger Alkoholaufnahme eine Schutzwirkung hat. Mit der chronischen Verabreichung von Alkohol zu einer eiweißarmen Diät wählten wir Versuchsbedingungen, unter denen mit einer hohen Mortalität zu rechnen war. Die Wirkung von Thiamin wurde auf Grund geringer Sterblichkeit geprüft.