

# UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINSATZ VON ENZYMPRÄPARATEN BEI DER HERSTELLUNG VON FRUCHTFLEISCHHALTIGEN NEKTAREN

MANFRED GÖSSINGER<sup>1</sup>, ANTON LACKNER<sup>1</sup> UND KATHARINA HANZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau  
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Lebensmitteltechnologie  
A-1190 Wien, Muthgasse 18  
E-Mail: Manfred.Goessinger@weinobst.at

Ziel dieser Arbeit war die Optimierung der Viskosität von fruchtfleischhaltigen Birnen-, Quitten-, Pfirsich- und Marillennektaren mittels Enzymierung hinsichtlich sensorischer Parameter als auch des Verhaltens beim Entleeren der Flasche. Getestet wurden vier pektolytische Enzympräparate. In Vorversuchen wurde für jede Obstart das bestgeeignete Enzympräparat ermittelt sowie die optimale Enzymierungsdauer bei 20 °C bestimmt. Mit dem für die Fruchtart optimalen Enzympräparat wurde anschließend ein fruchtfleischhaltiger Nektar im Pilot-Maßstab erzeugt. Die Nektare wurden verkostet sowie die dynamische Viskosität gemessen. Durch den Enzymeinsatz konnten die Werte der dynamischen Viskosität deutlich verringert und das Mundgefühl meist signifikant verbessert werden. Es wurde zwischen allen Enzym- und Referenzvarianten ein signifikanter Unterschied festgestellt, wobei die Enzymvarianten der Birnen- und Quittennektare signifikant bevorzugt wurden. Für eine zufriedenstellende Entleerung sollte die Viskosität der Nektare unter 1,4 Pa.s (Schergeschwindigkeit: 10 1/s) liegen. Ein angenehmes, sämiges Mundgefühl weisen Nektare mit einer Viskosität von 0,015 bis 0,050 Pa.s (Schergeschwindigkeit: 500 1/s) auf. Alle Varianten des Pilot-Maßstabs waren stabil (keine Entmischung). Der gezielte Einsatz von Enzympräparaten im Zuge der fruchtfleischhaltigen Nektarherstellung kann daher empfohlen werden.

**Schlagwörter:** fruchtfleischhaltiger Nektar, Viskosität, Mundgefühl, Enzyme

**Investigations into the use of enzyme preparations in the production of pulp-containing nectars.** The objective of this investigation was to optimize the viscosity of pulp-containing pear, quince, peach and apricot nectars with respect to sensory parameters and flow from the bottle by means of enzymation. Four pectolytic enzymes were tested. In preliminary trials the best suited enzyme for each fruit and the optimum duration of enzymation was determined at 20 °C. Nectars were made in pilot scale with the best fruit-specific enzyme and the determined duration of enzymation. Dynamic viscosity measurements as well as tastings were carried out. Enzymation significantly improved the mouthfeel and especially the viscosity. A significant difference between the enzyme and reference variants was determined in all cases, a significant preference of the enzyme variant was only detected with the pear and quince nectars. In order to ensure a sufficient flow from the bottle the dynamic viscosity of the nectar should be lower than 1.4 Pa.s (shear rate: 10 1/s). For a good mouthfeel the dynamic viscosity of the nectar should be in the range of 0.015 to 0.050 Pa.s (shear rate: 500 1/s). All nectars of the pilot scale were stable (no separation). The purposeful use of pectolytic enzymes in the production of pulp-containing nectars can therefore be recommended.

**Keywords:** pulp-containing nectar, viscosity, mouthfeel, enzymation

Nektare sind in Österreich sehr beliebt (Pro-Kopf-Verbrauch 2014: ca. 7,5 Liter) (AIJN, 2015). Obwohl der Konsum in den letzten Jahren leicht, aber konstant rückläufig ist, nehmen vor allem die fruchtfleischhaltigen Nektare noch immer einen wichtigen Platz am Markt ein.

Der Mindestfruchtanteil von Nektaren ist in der Fruchtsaftverordnung geregelt (BMGF, 2004). Dieser liegt bei Birnen-, Quitten- und Pfirsichnektar bei 50 % und bei Marillennektar bei 40 %.

Fruchtfleischhaltige Nektare haben oft eine sehr hohe Viskosität. Fruchtsäfte weisen eine dynamische Viskosität von 0,002 bis 0,007 Pa.s auf, fruchtfleischhaltige Nektare hingegen Werte von 0,010 bis 2,500 Pa.s (SILHA, 1985). Speziell bei einigen Obstarten (Birnen und Quitten) stellt auf Grund der hohen Viskosität des Nektars das Entleeren der Flasche ein Problem dar. Darüber hinaus wird von einem Teil der Konsumenten (vor allem von Kindern) ein fruchtfleischhaltiger Nektar wegen des „kompakten“ Mundgefühls abgelehnt.

Mitverantwortlich für die hohe Viskosität ist der Pektin Gehalt der Frucht. Für den vollständigen Pektinabbau sind mehrere Aktivitäten von Pektinasen erforderlich (SCHOBINGER, 2001). Im Zuge des Pektinabbaus bei der Fruchtsaft- und Nektarherstellung werden hauptsächlich die „smooth regions“ von Polygalacturonasen, Pektinlyasen und Pektinesterasen abgebaut. Bei dieser sogenannten Mazeration wird die Viskosität des Nektars verringert.

In der Literatur wird generell vom Einsatz von Pektinasen abgeraten, wenn naturtrüber Fruchtsaft hergestellt werden soll (SCHOBINGER, 2001), weil durch den Abbau von Pektin die Trubstabilität des Fruchtsaftes abnimmt. Auf dem Markt wird aber seit einigen Jahren zum Beispiel eine spezielle Pektinlyase (Pectinex® SMASH XXL; NOVOZYMES, 2003) zur Herstellung von naturtrübem Apfelsaft angeboten. Durch den partiellen Pektinabbau in der Maische werden unerwünschte Kolloide nicht freigesetzt, wodurch es trotz Viskositätsabnahme und Ausbeuteerhöhung zu keiner Klärung des Saftes kommt.

In dieser Arbeit soll die Viskosität von Nektaren mittels Enzympräparaten gezielt verringert werden. In Vorversuchen sollen das jeweils am besten geeignete Präparat für eine Obstart ausgewählt und die optimale Einwirk-

zeit bestimmt werden. Weiters werden im Pilot-Maßstab fruchtfleischhaltige Nektare mit den ausgewählten Enzympräparaten behandelt, um einerseits die haptischen Eigenschaften zu verbessern, und andererseits das Entleeren der Flasche zu erleichtern. Die Stabilität der Nektare soll dabei immer erhalten bleiben.

## MATERIAL UND METHODEN

### OBSTROHWARE

Die für diese Versuche notwendigen Marillen, Birnen und Quitten (jeweils ca. 100 bis 200 kg) stammten vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Bei Marille wurde die Sorte 'Klosterneuburger' ('Ungarische Beste'; Trockensubstanzgehalt: 8,5 °Brix, titrierbare Säuren berechnet als Weinsäure: 43,2 g/kg), bei den Birnen die Sorte 'Williams Christ' (Trockensubstanzgehalt: 14,5 °Brix, titrierbare Säuren berechnet als Weinsäure: 10,7 g/kg) bei Quitte die Sorte 'Mammut' (Trockensubstanzgehalt: 16,0 °Brix, titrierbare Säuren berechnet als Weinsäure: 15,4 g/kg) verwendet.

Für die Pfirsich-Versuche wurde Pfirsichmark (Sortengemisch; Trockensubstanzgehalt: 11,2 °Brix, titrierbare Säuren berechnet als Weinsäure: 5,6 g/kg) im Großhandel (Fa. Andreas Auer, St. Georgen, Österreich) zugekauft.

### ENZYMPRÄPARATE

Bei den Versuchen kamen vier verschiedene Enzyme der Firmen WeissBioTech (Ascheberg, Deutschland) und Novozymes (Bagsvaerd, Dänemark) zum Einsatz, die speziell für diesen Versuch von den Firmen empfohlen wurden. NATUZYM PCA von WeissBioTech ist ein hochkonzentrierter Enzymkomplex mit Polygalacturonase-, Hemicellulase- und Arabanaseaktivität. Dieses Verflüssigungsenzympräparat ist in erster Linie dafür gedacht, die Saftausbeute sowie die alkoholische Gärung mittels einer Verringerung der Maischeviskosität zu verbessern (WEISSBIOTECH, 2011).

Die Kernaktivität von Pectinex Yieldmash Extra (Fa. Novozymes) ist die Hydrolyse der Bindung zwischen der Galacturonsäure und dem Methanol im Pektin.

Tab. 1: Beschreibung der verwendeten Enzympräparate laut Produktdatenblatt

	Natuzym PCA	Pectinex Yieldmash Extra	Pectinex Smash XXL	Pectintranseliminase
Polygalacturonasen (PG)/g	5000,0	-	-	-
Pectinmethylesterase (PEU)/g *	-	3,7	-	-
Pectinlyase (PECTU)/ml *	-	-	22500	10000
Dosage/t (Äpfel & Birnen)	75-100 g	-	-	-
Dosierung/t (gelagertes Obst)	-	50-100 ml	50-100 ml	20-50 ml
Dosage/t (andere Früchte)	100-150 g	-	-	-
Bedingungen bei 10-20 °C	8 h bis zu 3-4 Tage	-	-	-
Temperaturbereich:	-	10-55 °C	10-65 °C	10-55 °C
Temperaturoptimum:	-	22-27 °C	25 °C	25-30 °C
pH-Bereich:	-	2,2-6,0	-	2,5-5,0
pH-Optimum:	-	2,8-4,2	-	3,0-4,2

\*Ein PEU/PECTU ist definiert als die Enzymaktivität, die bei Standard-Inkubationsbedingungen in einem Titrator aus methyliertem Pektin pro Minute ein Millimol Säureäquivalente produziert. Als Standardbedingung gilt eine 0,48%ige Zitruspektinsubstratlösung bei pH 4,8, 30,0 °C und zwei Minuten Reaktionszeit (NOVOZYMES, 2014)

Tab. 2: Enzymierungsdauer (in Minuten, 20 °C) der Enzympräparate bei der jeweiligen Obstart bei Vorversuch sowie Dosage und Auswahl der Enzympräparate für Pilot-Maßstab

	Natuzym PCA	Pectinex Yieldmash Extra	Pectinex Smash XXL	Pectintranseliminase
Marille	91	28	20	85
Pfirsich	93	25	44	58
Birne	81	52	33	90
Quitte	407	232	140	412

Hauptversuch	Verwendetes Enzym	Dosage
Birne	Pectinex Yieldmash Extra	0,15 ml/kg Nektar
Marille	Natuzym PCA	0,19 g/kg Nektar
Pfirsich	Pectinex Smash XXL	0,15 ml/kg Nektar
Quitte	Pectinex Smash XXL	0,15 ml/kg Nektar

(NOVOZYMES, 2012).

Die Hauptaktivität von Pectinex SMASH XXL (Fa. Novozymes) stellt eine Pektinlyase dar, die eliminierende Spaltungen von (1,4)-alpha-D-Galacturonanmethylester mit 4-Desoxy-6-O-methyl-alpha-D-galact-4-enuronosyl Gruppen an deren nicht reduzierenden Enden katalysiert (NOVOZYMES, 2014).

Die Pectintranseliminase (Fa. Novozymes) verfügt über ein sehr spezifisches Spektrum pektolytischer Enzymaktivität. Es ist optimiert für die Zerstörung der Zellwände von Früchten, um die Leistung im Zuge der Obstverarbeitung zu erhöhen. Dabei wird die Saft- und Maischviskosität verringert (NOVOZYMES, 2013).

Die genauen Spezifikationen aller Enzympräparate sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Die Dosierung der Enzympräparate wurde etwas höher als von den Herstellern empfohlen gewählt, um die Enzymierungsdauer zu verkürzen (Tab. 1 und 2).

## VERARBEITUNGSFOLGE

Für die Markherstellung wurden die Marillen entsteint (Entsteinungsmaschine: Fa. Voran, Pichl/Wels, Österreich). Zur Farbstabilisierung wurden 100 mg/kg L-Ascorbinsäure zugesetzt. Darauf folgte der Thermobreak. Hier wurde die Temperatur in 22 Minuten von 7 °C auf 83 °C erhöht. Diese Temperatur wurde für drei Minuten gehalten. Innerhalb von sechs Minuten wurden die Früchte anschließend heiß bei 83 °C mit einer Passiermaschine (Lochgröße: 1 mm; Fa. Wiesböck, Wien, Österreich) passiert, wobei die Temperatur auf 74 °C sank. Bis zum Pasteurisieren vergingen weitere 12 Minuten, bis das Mark dann innerhalb von fünf Minuten von 72 °C auf 92 °C erhitzt wurde. Diese Temperatur wurde 1 Minute lang gehalten. Das pasteurisierte Mark wurde heiß in 20 l-Bag in Box-Säcke abgefüllt, nach 15

Minuten mit kaltem Wasser gekühlt und bis zur weiteren Verarbeitung im Kühlraum bei 4 °C gelagert.

Die Birnen wurden in der Schleuderfräse (Lochgröße: 16 mm; Fa. Voran, Pichl/Wels, Österreich) zerkleinert. Zur Farbstabilisierung wurden 100 mg/kg L-Ascorbinsäure zugesetzt. Die Temperatur der Maische wurde in 18 Minuten von 23 °C auf 60 °C erhöht und für fünf Minuten gehalten. Innerhalb von 16 Minuten wurden die Früchte anschließend heiß mit 66 °C passiert (Lochgröße: 1 mm), wobei die Temperatur auf 63 °C sank. Beim Pasteurisieren wurde das Mark dann innerhalb von sechs Minuten von 63 °C auf 81 °C erhitzt und die Temperatur für zehn Minuten gehalten. Das pasteurisierte Mark wurde heiß in 20 l-Bag in Box-Säcke abgefüllt, nach 15 Minuten mit kaltem Wasser gekühlt und bis zur weiteren Verarbeitung im Kühlraum bei 4 °C gelagert.

Die Quitten wurden in der Schleuderfräse (Lochgröße: 16 mm) zerkleinert. Zur Farbstabilisierung wurden 100 mg/kg L-Ascorbinsäure zugesetzt. Beim Thermobreak wurde die Temperatur in 26 Minuten von 20 °C auf 62 °C erhöht und innerhalb von 38 Minuten heiß mit 62 °C zweistufig (Lochgröße: 3 mm und 1 mm) passiert, wobei die Temperatur auf 52 °C sank. Beim Pasteurisieren wurde das Mark dann innerhalb von 20 Minuten von 52 °C auf 81 °C erhitzt und diese Temperatur zehn Minuten lang gehalten. Das pasteurisierte Mark wurde heiß in 20 l-Bag in Box-Säcke abgefüllt, nach 15 Minuten mit kaltem Wasser gekühlt und bis zur weiteren Verarbeitung im Kühlraum bei 4 °C gelagert.

#### VORVERSUCHE

Zur Ermittlung des optimalen Enzympräparates und der optimalen Enzymierungsdauer für jede Obstart wurde ein Vorversuch durchgeführt. Eine kleine Menge Nektar (1500 g) wurde angerührt und auf fünf kleine Teilmengen (für vier Enzympräparate und eine nicht-enzymierte Referenz) zu je 300 g aufgeteilt, welche anschließend jeweils bei Raumtemperatur enzymiert wurden. Im Zuge dessen wurde refraktometrisch der Trockensubstanzgehalt (IFU, 2005) und potenziometrisch der Wert der titrierbaren Säuren (IFU, 2015) bestimmt.

Die Enzymaktivitäten wurden nach Erreichen der gewünschten Konsistenz (Einschätzung erfolgte über Umrühren und Schwenken der Bechergläser bzw. durch Hochziehen und Abfließenlassen in einer Pipette in kurzen bis zu minütlichen Intervallen) durch Erhitzen der Probe in einem auf 85 °C temperierten Wasserbad gestoppt. Bei Erreichen einer Kerntemperatur von 80 °C wurden die Proben in Flaschen zu 200 bzw. 250 ml gefüllt und im Kühlschrank bei 7 °C gekühlt und bis zur Verkostung gelagert.

#### VERSUCHE IM PILOT-MASSSTAB

Für die Nektarherstellung im Pilot-Maßstab wurde jeweils ein Bag in Box-Sack (10 bis 25 kg) mit Mark der jeweiligen Obstart verwendet. Dieses Mark wurde zu einem Nektar mit 15 °Brix und einem Wert der titrierbaren Säuren von 10,2 g/kg bei Birne, 17,4 g/kg bei Marille, 7,3 g/kg bei Pflirsich und 7,8 g/kg bei Quitte angerührt und anschließend auf 20 °C erwärmt. Bei den Enzymvarianten wurde anschließend das im Vorversuch am besten bewertete Enzympräparat in derselben Konzentration wie im Vorversuch zugesetzt und eingerührt (Tab. 2). Es wurde darauf geachtet, dass sowohl die Enzymierungsdauer, die Enzyminaktivierung als auch der Temperaturverlauf gleich waren wie im Vorversuch. Die Referenzvariante wurde gleich wie die enzymierten Varianten, jedoch ohne Zusatz eines Enzympräparates hergestellt. Die Enzyminaktivierung erfolgte nach der gewünschten Enzymierungsdauer durch Erhitzen der Nektare auf 80 °C. Die Nektare wurden in Bag in Box-Säcke abgefüllt und in kaltem Wasser bis auf 22 bis 24 °C gekühlt. Anschließend wurden die Nektare mittels Zahnkolloidmühle (Fa. FrymaKoruma AG, Rheinfelden, Schweiz) homogenisiert und nachfolgend für 20 Minuten durch Rundpumpen in einem Vakuumbehälter bei einem Vakuum von bis zu 0,3 bar entgast. Der entgaste Nektar wurde mit einem Vakuumfüller in Flaschen zu 330 ml abgefüllt und verschlossen. Anschließend wurde der Nektar pasteurisiert (80 °C, 10 min, Berieselungspasteur; Fa. Balik Maschinenbau GmbH, Wien, Österreich) und mit kaltem Wasser auf unter 30 °C gekühlt. Bei Marille wurde die Enzymvariante dreimal wieder-

holt. Nur eine Wiederholung je Variante gab es bei Pflirsich, Quitte und Birne.

## ANALYSEMETHODEN

### SENSORISCHE BEWERTUNG

Jede Variante der Vorversuche wurde von drei bis vier geschulten Personen in Hinblick auf Mundgefühl (angenehm sämiges bzw. unangenehmes Mundgefühl), Aroma (nasal und retronasal) und Geruch (nasal) verkostet. Auch das Absetz- und Trennverhalten der Nektare sowie die Geschwindigkeit bei der Entleerung der Flasche wurden bestimmt. Die als am besten bewertete Variante wurde anschließend für den weiteren Großversuch ausgewählt.

Die sensorischen Eigenschaften der Nektare aus dem Pilot-Maßstab-Versuch wurden mittels erweiterten Dreieckstests untersucht ( $\alpha = 0,05$ ; DESTILLATA, 1997). Das Kostertablett bewertete die Nektare auch hinsichtlich der Parameter Aroma, Geruch und Mundgefühl mittels strukturierter Skala mit 1 bis 4 Punkten (1 = sehr schlecht, 4 = sehr gut). Die Auswertung der strukturierter Skala erfolgte mittels SPSS 12.0 (T-Test).

Bei den Marillennektaren wurde beim Dreieckstest die Referenzvariante gegen die Enzymwiederholung 2 verkostet. Zusätzlich zum Dreieckstest wurde bei den Marillennektaren eine Rangordnung mit allen drei Enzymwiederholungen sowie der Referenzvariante durchgeführt ( $\alpha = 0,05$ ; DESTILLATA, 1997). An der Verkostung nahmen sieben Verkoster teil. Jede Variante wurde dreimal wiederholt.

### VISKOSITÄTSMESSUNG

Sowohl die Nektare aus dem Vorversuch als auch die Nektare aus dem Pilot-Maßstab-Versuch wurden einer Viskositätsmessung (dynamische Viskosität) unterzogen. Dabei wurden bei 20 °C über einen Zeitraum von 300 Sekunden 50 Messpunkte bei einer Schergeschwindigkeit von 0 bis 500 1/s aufgenommen (Rotationsviskosimeter, Searle-Typ; Fa. Paar-Physica Viscolab, Graz, Österreich).

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### SENSORISCHE ANALYSE

Die Ergebnisse der Dreieckstests sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Bei allen Früchten gab es einen signifikanten Unterschied, eine signifikante Bevorzugung der enzymierten Proben hingegen nur bei Birne und Quitte. Die größten Unterschiede zwischen den nicht-enzymierten und enzymierten Nektaren wurden von den Kostern (strukturierte Skala) bei den Obstarten Birne und Quitte festgestellt (Tab. 4). Während bei Quitte bei allen Einzelparametern (Mundgefühl, Aroma und Geruch) eine signifikante Verbesserung erzielt wurde, konnten bei Birne bei den Parametern Mundgefühl und Geruch eine signifikante Verbesserung beobachtet werden. Besonders auffallend war das intensive Birnenaroma des enzymierten Birnennektars. Auch bei Pflirsich konnte das Mundgefühl mittels Enzymeinsatz signifikant verbessert werden. Die Marillennektare wurden von den Kostern mittels strukturierter Skala nicht signifikant unterschieden. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da auch die Referenzprobe bereits eine hohe Qualität und eine geringe Viskosität aufwies.

Die Wiederholungen der enzymierten Marillennektare sowie die Referenzvariante konnten mittels Rangordnung nicht signifikant unterschieden werden (Tab. 5).

### VISKOSITÄTSMESSUNG

#### VORVERSUCHE

Die Viskositätswerte der Nektare aus den Vorversuchen sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Es sind jeweils die Werte bei einer Schergeschwindigkeit von 10 1/s (Maß für die Eigenschaften des Nektars bei der Entleerung der Flasche) und 500 1/s (Maß für das Mundgefühl (Sämigkeit) des Nektars) angeführt. Die Werte der dynamischen Viskosität bei einer Schergeschwindigkeit von 10 1/s lagen bei den nicht behandelten Nektaren (Referenzwerte) in einer weiten Bandbreite von 0,246 Pa.s (Pflirsich), 0,280 Pa.s (Marille), 0,602 Pa.s (Birne) bis 2,583 Pa.s (Quitte). Die durchschnittlichen Werte

Tab. 3: Ergebnisse Dreieckstest

	Gültige Abgaben	Anzahl richtiger Urteile	sig. Unterschied	Bevorzugung Enzymvariante	sig. Bevorzugung
Birne	21	15	ja	13	ja
Marille	21	13	ja	8	nein
Pfirsich	20	11	ja	8	nein
Quitte	20	15	ja	14	ja

Tab. 4: Ergebnisse strukturierte Skala

		Enzym	Standardabweichung	Referenz	Standardabweichung	Signifikanz
Birne	Mundgefühl	3,47	0,64	2,33	0,82	0,00
	Aroma	3,73	0,46	3,27	0,88	0,08
	Geruch	3,67	0,49	3,00	0,93	0,02
Marille	Mundgefühl	3,54	0,97	3,23	0,83	0,39
	Aroma	3,38	0,77	3,00	0,82	0,23
	Geruch	3,38	0,87	3,00	1,00	0,31
Pfirsich	Mundgefühl	3,50	0,71	2,60	0,70	0,01
	Aroma	3,30	0,68	2,70	1,06	0,15
	Geruch	3,10	0,88	2,70	0,95	0,34
Quitte	Mundgefühl	2,80	0,41	1,53	0,52	0,00
	Aroma	2,87	0,92	1,87	0,74	0,00
	Geruch	2,73	1,03	1,93	0,70	0,02

Tab. 5: Ergebnisse Rangordnungsprüfung Marille; sig. Unterschied: Rangsummendifferenz mind. 13 ( $\alpha = 0,05$ )

	Rang				Summe
	1	2	3	4	
Referenz	6	5	3	6	49
Wiederholung 1	7	4	3	7	52
Wiederholung 2	4	7	4	4	46
Wiederholung 3	3	4	10	3	53

der dynamischen Viskosität lagen bei den enzymierten Nektaren von Quitte und Birne deutlich unter den Referenzwerten: Quitte: 1,773 Pa.s, Birne: 0,313 Pa.s (Marille: 0,205 Pa.s und Pfirsich: 0,224 Pa.s).

Bei der Schergeschwindigkeit von 500 1/s lagen die Werte der dynamischen Viskosität der nicht-enzymierten Nektare zwischen 0,018 Pa.s (Pfirsich) und 0,156 Pa.s (Quitte) (Marille: 0,030 Pa.s, Birne: 0,044 Pa.s). Der Einsatz der Enzympräparate verringerte die Viskosität der Nektare um 0,003 (Pfirsich) bis 0,098 Pa.s (Quitte). Durchschnittliche Werte bei Quitte: 0,058 Pa.s, bei Birne: 0,028 Pa.s, bei Marille: 0,014 Pa.s und bei Pfirsich: 0,015 Pa.s.

**PILOT-MASSSTAB-VERSUCH**

Die Ergebnisse der Viskositätsmessung der Nektare aus dem Pilot-Maßstab-Versuch sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Die Werte lagen wieder in einem ähnlichen Bereich wie im Vorversuch. Die größte Reduktion der Viskosität wurde bei den Quittenektaren erzielt (Abb.

Tab. 6: Werte der dynamischen Viskosität (Pa.s) bei Vorversuch

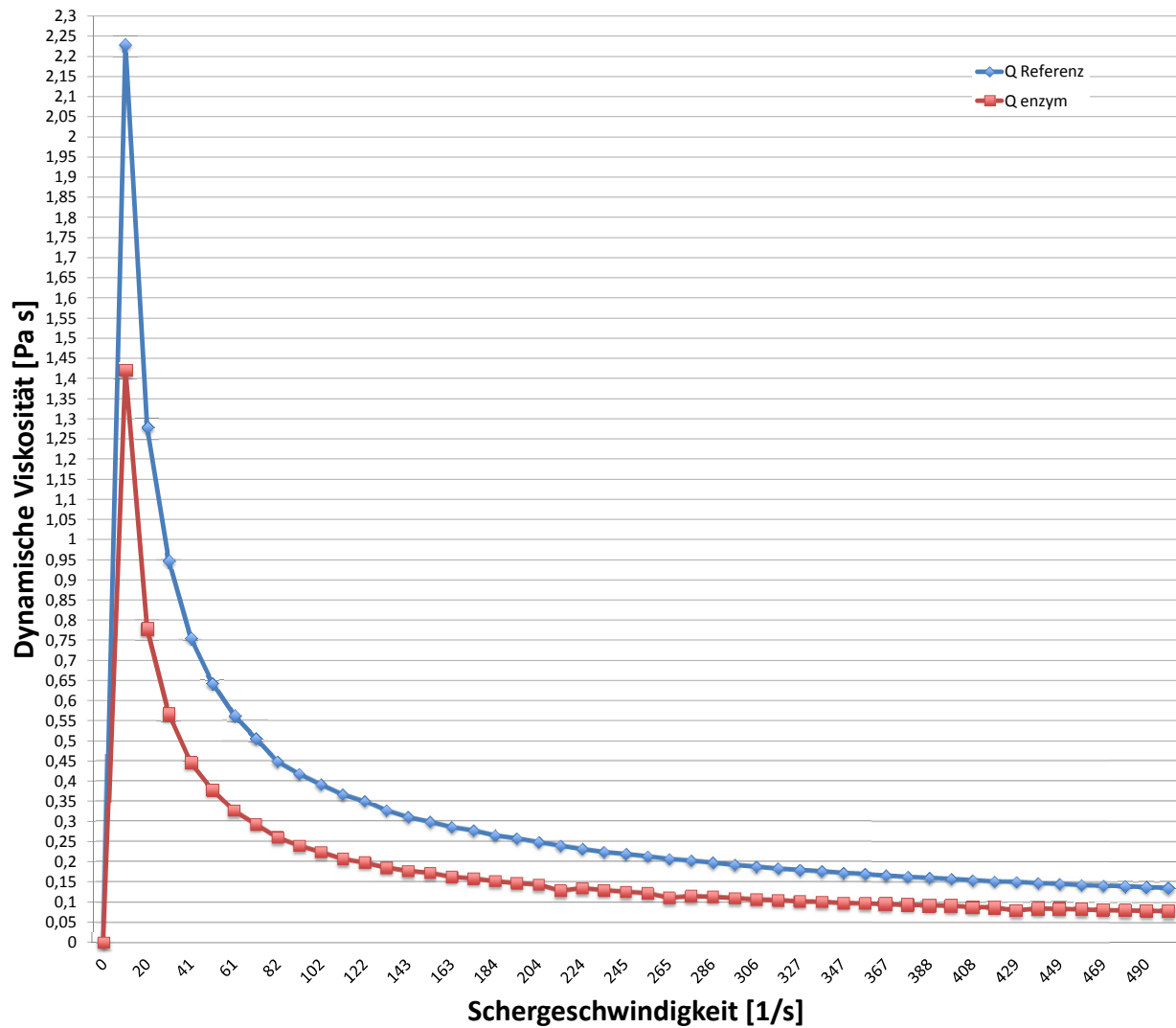
		Schergeschwindigkeit	
		10 1/s	500 1/s
Birne	Referenz	0,602	0,044
	Natuzym® PCA	0,328	0,027
	Pectintranseliminase	0,226	0,035
	Pectinex® Yieldmash Extra	0,234	0,024
	Pectinex® Smash XXL	0,464	0,027
Marille	Referenz	0,280	0,030
	Natuzym® PCA	0,180	0,014
	Pectintranseliminase	0,225	0,013
	Pectinex® Yieldmash Extra	0,187	0,015
	Pectinex® Smash XXL	0,229	0,015
Pfirsich	Referenz	0,246	0,018
	Natuzym® PCA	0,220	0,016
	Pectintranseliminase	0,234	0,016
	Pectinex® Yieldmash Extra	0,215	0,015
	Pectinex® Smash XXL	0,226	0,014
Quitte	Referenz	2,583	0,156
	Natuzym® PCA	1,867	0,060
	Pectintranseliminase	1,898	0,066
	Pectinex® Yieldmash Extra	1,623	0,049
	Pectinex® Smash XXL	1,704	0,056

1). Während die nicht enzymierte Variante bei der Entleerung der Flasche große Probleme bereitete (dyn. Viskosität bei Schergeschwindigkeit 10 1/s: 2,230 Pa.s), so konnte durch den Einsatz des Enzympräparates dieses Problem zufriedenstellend gelöst werden (dyn. Viskosität bei Schergeschwindigkeit 10 1/s: 1,421 Pa.s). Das Mundgefühl wurde ebenfalls signifikant besser beurteilt als bei der Referenzprobe. Die Akzeptanz lag jedoch mit einem Wert von 2,80 (Tab. 4) auf niedrigem Niveau (Viskosität: 0,165 Pa.s (Schergeschwindigkeit: 500 1/s).

Tab. 7: Werte der dynamischen Viskosität (Pa.s) bei Pilot-Maßstab

		Schergeschwindigkeit:	
		10 1/s	500 1/s
Birne	Referenz	0,748	0,055
	enzymiert	0,521	0,031
Marille	Referenz	0,242	0,025
	enzymiert 1	0,277	0,017
	enzymiert 2	0,223	0,017
	enzymiert 3	0,254	0,015
Pflirsich	Referenz	0,248	0,017
	enzymiert	0,097	0,018
Quitte	Referenz	2,230	0,165
	enzymiert	1,421	0,076

Abb.1: dynamische Viskosität (Pa.s) von enzymiertem (Q enzym) und nicht enzymiertem (Q Referenz) Quittennektar in Abhängigkeit der Schergeschwindigkeit (1/s)



**STABILITÄT**

Trotz des partiellen Pektinabbaus (geringere Viskositätswerte) zeigten alle Nektare nach drei Monaten Lagerzeit noch keine Phasentrennung und können somit als stabil angesehen werden.

Durch gezielten Einsatz von Enzympräparaten (Art des Enzympräparates, Enzymierungsdauer) kann die Viskosität fruchtfleischhaltiger Nektare so weit verringert werden, dass auch Produkte mit hoher Viskosität (Birne, Quitte) sich problemlos und zufriedenstellend aus der Flasche leeren lassen. Die Stabilität des Nektars (keine Entmischung) wurde dabei in allen Fällen gewahrt. Die Ergebnisse zeigen auch, dass in einigen Fällen sowohl das Mundgefühl als auch das Aroma und der Geruch des Nektars signifikant verbessert werden konnten. Weiters konnte festgestellt werden, dass die Enzymierungsdauer und der damit erzielte Effekt (Verbesserung der sensorischen Eigenschaften der Nektare) bei den getesteten Obstarten in Abhängigkeit des Enzympräparates unterschiedlich sein können. Speziell der enzymierte Birnennektar wies im Vergleich zur nicht-enzymierten Variante

eine besonders intensive und typische Birnenaromatik auf. Der Einsatz des getesteten Enzympräparates kann daher besonders empfohlen werden. In diesem Versuch waren die ausgewählten Enzympräparate meist deutlich die beste Lösung für die jeweilige Obstart.

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die dynamische Viskosität von fruchtfleischhaltigen Nektaren max. einen Wert von ca. 1,4 Pa.s (Schergeschwindigkeit: 10 1/s) bzw. 0,165 Pa.s (Schergeschwindigkeit: 500 1/s) aufweisen soll, damit die Entleerung der Flasche zufriedenstellend erfolgen kann. Nektare mit einer Viskosität von ca. 0,015 bis 0,050 Pa.s (Schergeschwindigkeit: 500 1/s) werden vom Konsumenten am besten akzeptiert.

In der Praxis kann die Enzymierungsdauer durch die Wahl der Enzymierungstemperatur so weit variiert werden, dass die Enzymierung auch verfahrenstechnisch bestmöglich erfolgen kann.

**DANKSAGUNG**

Den Firmen WeissBioTech GmbH und Novozymes wird für die Zurverfügungstellung der Enzyme und die Unterstützung gedankt.

**LITERATUR**

- AIJN (2015): Market Report. Brussels: Europ. Fruit Juice Assoc., 2015
- BMGF (2004): Verordnung über Fruchtsäfte und einige gleichartige Erzeugnisse (Fruchtsaftverordnung) StF: BGBl. II Nr. 83/2004 in der geltenden Fassung. Wien: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, 2004
- IFU (2005): Methods of analysis Determination of soluble solids (Indirect method by refractometry), IFUMA08. – Paris: Int. Fruit Vegetable Juice Assoc., 2005
- IFU (2015): Methods of analysis Titratable acidity, IFUMA03. – Paris: Int. Fruit Vegetable Juice Assoc., 2015
- NOVOZYMES, 2003: XXL – die neue Pektinasengeneration. BioTimes (März): 4-5
- NOVOZYMES, 2012: Product Data Sheet, Pektinex® Yieldmash Extra; 2012, pp. 1-2
- NOVOZYMES, 2013: Juice, Application Sheet, Mashing; 2013, pp. 1-5
- NOVOZYMES (2014): New european patent specification, Pectinase treatment of potato products. European Patent Office, 2014
- DESTILLATA (1997): Destillata-Handbuch 3, pp. 106-115. Wien: Agrarverl., 1997
- SILIHA, H.A.I. (1985): Studies on cloud stability of apricot nectars. – Doctoral thesis, Wageningen Univ., 1985
- SCHOBINGER, U. (2001): Frucht- und Gemüsesäfte, 3. Aufl. (Handbuch der Lebensmitteltechnologie). – Stuttgart: Ulmer, 2001
- WEISSBIOTECH, 2011: NATUZYM® PCA Application Data Sheet, 2011; p. 1

Eingelangt am 21. Dezember 2015