

schungs- und Lehrbrennerei des Fachgebietes Gärungstechnologie unter der wissenschaftlichen Leitung von PD Dr. Thomas Senn eine Diplomarbeit unter den Titel „Auswirkungen von verändertem CO<sub>2</sub>-Überdruck während der Gärung auf das Aromaprofil von Williams Christbirnen-Brand“ angefertigt. Dabei sollte untersucht werden, ob man durch diese technologischen Maßnahmen insbesondere die Qualität von Destillaten aus Williams Christbirnen verbessern kann.

Als Ausgangsmaterial diente eine Maische aus einer einheitlichen, direkt vor Ort in 250-l-Fässer eingemischten Charge aus Südtiroler Williams Christbirnen von ausgezeichneter Qualität und ohne Anzeichen einer mikrobiellen Kontamination, welche die Ernst-Scheibel-Schwarzwaldbrennerei GmbH, Kappelrodeck, in dankenswerter Weise kostenlos zur Verfügung stellte. Bis zum Ansetzen der Versuche wurde die Maische in 10-l-Kanister umgefüllt und im Tiefkühlraum bei -18 °C gelagert. Um die Untersuchungsergebnisse auf eine möglichst breite Basis stellen zu können, wurden die Fermentationen neben drei unterschiedlichen Drücken auch noch bei drei verschiedenen Gärtemperaturen mit jeweils zwei Hefen (Tab. 1) durchgeführt.

Aus diesen Versuchsansätzen ergaben sich die in Tab. 2 zusammengestellten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den Maischen. Die Maischen, die unter Normaldruck, also unter praxisüblichen Bedingungen vergoren wurden, kamen in 12- bzw. 15-l-Kunststoffgärbehälter, diejenigen für die Vergärung unter Druck in KEG-Edelstahlfässer, welche mit Kolonnenspundapparaten (Barby + Kühner) ausgestattet waren. Die Gärdauer betrug jeweils 56 Tage.

Nach beendeter Gärung wurden die Maischen nach einer standardisierten Methode auf einem mit Verstärker und Cyanidabscheider ausgestatteten 19-l-Brennegerät (Jacob Carl) abdestilliert. Durch diese Betriebsweise, eine langsame Destillation mit einem eingeschalteten Boden, jedoch ohne Katalysator, wurde sichergestellt, dass während der Destillation auch die für diese Versuche relevanten Aromakomponenten in den Mittellauf übergehen konnten und nicht weitestgehend im Vor- und Nachlauf landeten.

Diese Voraussetzung war wichtig, um mit sensorischen Analysen feststellen zu können, wie sich unterschiedliche Mengen an Aromastoffen auf die Destillatqualität auswirken und ob sich möglicherweise ein Zusammenhang mit den im Labor ermittelten Analyseergebnissen der vergorenen Maischen und den daraus hergestellten Destillaten ergibt. (Fortsetzung folgt)

Otfried Jung, Hohenheim

## WENIGER METHANOL DURCH ENZYMEINSATZ?

# Pektin und die Funktion von Enzymen (I)

*Der Methanolgehalt ist ein wichtiges Qualitätskriterium für Obstdestillate. Methanol bildet sich vor und während der Vergärung von Früchten aus den im Pflanzenreich weit verbreiteten Pektinen. Durch die Aktivität fruchteigener Enzyme während der Gärung wird stets Methanol freigesetzt. Die Frage stellt sich nun, ob durch eine Zugabe von Enzympräparaten zur Maische die Methanolfreisetzung beeinflusst werden kann.*

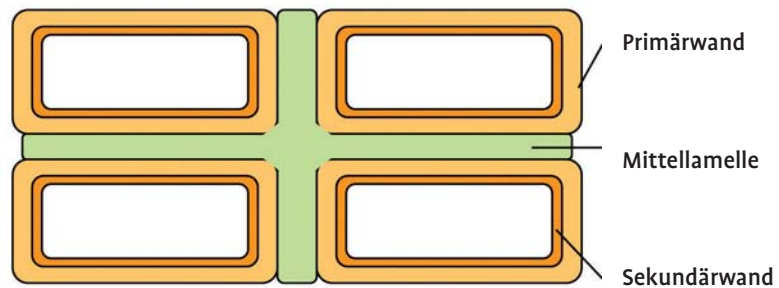


Abb.1. Schematischer Aufbau einer pflanzlichen Zellwand.

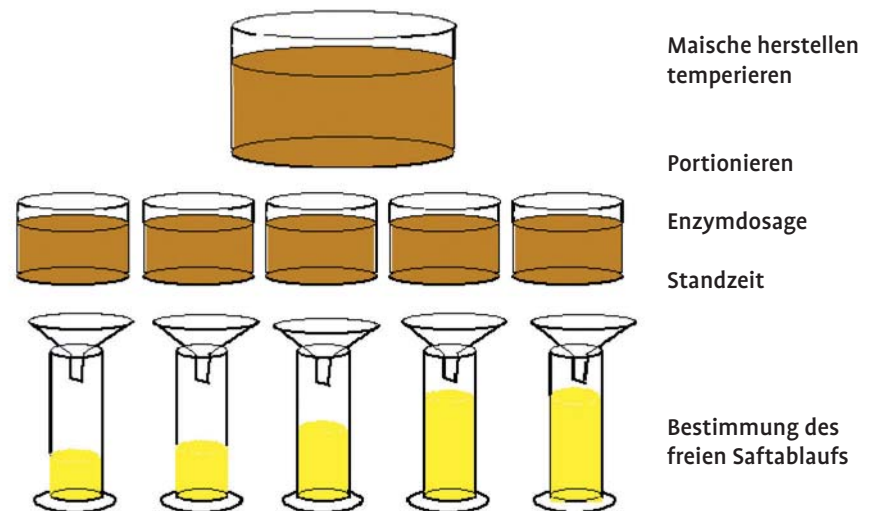


Abb.2. Aufbau eines Tropftestversuches zur Ermittlung der Enzymdosage.

**E**nzyme haben eine sehr hohe biologische Bedeutung. Sie spielen die zentrale Rolle im Stoffwechsel aller lebenden Organismen. Nahezu jede biochemische Reaktion wird von Enzymen durchgeführt und kontrolliert. Die meisten Reaktionen in lebenden Systemen verlaufen mit Hilfe von Enzymen – sprich Biokatalysatoren. Enzyme (griechisch „in der Zelle“, veraltet Fermente) zeichnen sich durch sehr hohe katalytische Effektivität und spezifische Eigenschaften aus. Es sind Enzyme, die das Brot bei langem Kauen süß schmecken lassen. Es sind Enzyme, die durch gewisse Stoffe beeinflusst, Schmerzen lindern. Der bekannteste Arzneistoff ist die Acetylsalicylsäure, die ein Enzym (Cyclooxygenase) hemmt und somit unter anderem schmerzlindernd wirkt. Es sind fett-, eiweiß- und stärke-spaltende Enzyme, die die Reinigungsleistung in Waschmitteln erhöhen. Und es sind Enzyme die für die Produktion von einigen Medikamenten und Insektenschutzmitteln eingesetzt werden und uns dadurch das Leben leichter machen. Wie man sieht, ist der Einsatzbereich von Enzymen extrem groß, und dies bestätigt, dass diese ein nützliches und effektives Werkzeug für komplizierte Problemstellungen sind.

Der Anwendungsbereich erstreckt sich in der Lebensmittelindustrie von der Käseherstellung bis hin zur Gentechnik. Im Bereich der Getränkebereitung werden pektolytische Enzyme u.a. für die Frucht-Maischebereitung bei Destillaten eingesetzt. Pektolytische Enzyme ist ein Oberbegriff. Er setzt sich aus Polygalacturonasen, Pektinlyasen und Pektinmethylesterasen zusammen. Diese drei Enzymgruppen bewirken, dass fruchteigenes Pektin abgebaut wird. Somit kann

- die Viskosität von Maischen reduziert,
- die Einbringung von verschiedenen Maischebehandlungstoffen erleichtert,
- die Maische besser gepumpt werden und
- sich das Fruchtfleisch (z.B. bei Steinobst) leichter ablösen.

#### AUFBAU VON PFLANZLICHEN ZELLEN

In der Mittellamelle der pflanzlichen Zelle ist das zu spaltende Pektin vorzufinden. In den Abbildung 1 ist der Aufbau der Wand einer pflanzlichen Zelle dargestellt.

Die pflanzliche Zelle ist in Festigkeit und Form (Exoskelett) so gestaltet, dass sie dem osmotischen Innen- sowie dem Außendruck widerstehen kann. Chemisch gesehen ist die pflanzliche Zellwand aus drei Schichten aufgebaut. Die Mittellamelle ist eine wenige nm dicke, gallertartige Kittschicht, bestehend aus Pektinstoffen und einem geringen Proteinanteil. Sie ist plastisch dehnbar. Die Primärwand enthält anders als die Mittellamelle Gerüstfibrillen aus Cellulose (10 bis 25%). Demnach ist die Elastizität dieser Schicht begrenzt. Die Primärwand ist eine gallertartige Matrix aus Pektinstoffen, Hemicellulosen und Proteinen. Dahingegen besteht die Sekundärwand aus 90% Cellulosefibrillen. Die parallele Anordnung der Fibrillen umschließt Einlagerungen von Holz- (Lignin), Gerb- und Farbstoffen. Diese Zellen der Schicht sind nicht wachstumsfähig.

Pektolytische Enzyme greifen zu einem Großteil die Mittellamelle – das Pektin – der Zellwand an, so dass sich der Zellverbund auflöst und die Zellen freigelegt werden. Die Folge ist, dass die Maischen pumpfähiger werden und auch deren Viskosität sinkt, d.h. die Verflüssigung der Maische ist besser.

#### PEKTINGEHALTE VON FRÜCHTEN

Um die Funktionsweise der pektolytischen Enzyme zu verstehen, ist es von Bedeutung zu wissen, wie viel Pektin in den verschiedenen Früchten enthalten ist. Die Zellwände der Früchte sind unterschiedlich, folglich ist auch deren Zusammensetzung unterschiedlich.

**13.-17. November 2007**

neues Messegelände **fieramilano** Rho

Hallen 9-11-13-15

Öffnungszeiten 9.30-18.00 Uhr

**22. SIMEI**

INTERNATIONALE AUSSTELLUNG  
FÜR KELLEREI- UND  
FLASCHENABFÜLLMASCHINEN

Die **SIMEI** ist die weltweit führende Fachmesse für Maschinen, Ausrüstungen und Produkte für

**Produktion  
Flaschenabfüllung  
und Verpackung  
von Getränken**



FIERA MILANO

melden Sie sich online voran: [www.simei.it](http://www.simei.it)

**SIMEI**

Reiseagentur  
[www.expohotels.eu](http://www.expohotels.eu)



via San Vittore al Teatro, 3  
20123 Mailand - Italien  
Tel. +39 02 7222281  
Fax +39 02 866226  
[www.simei.it](http://www.simei.it) – [info@simei.it](mailto:info@simei.it)

Im Folgenden ist der prozentuale Pektin-gehalt einiger Früchte aufgelistet (Aus: U. Schobinger, Frucht- und Gemüsesäfte, Ulmer Verlag, S. 51):

Preiselbeeren	1,20%
Schwarze Johannisbeere	1,19%
Aprikosen	0,96%
Rote Johannisbeere	0,93%
Erdbeeren	0,81%
Äpfel	0,78%
Pflaumen	0,76%
Brombeeren	0,63%
Pfirsiche	0,54%
Birnen	0,53%
Himbeeren	0,40%
Süßkirschen	0,36%
Trauben	0,28%



Ilona Schneider

**AUTOR**

Dr. Ilona Schneider studierte Getränketechnologie an der FH Wiesbaden in Geisenheim und absolvierte im Anschluss daran ein Aufbaustudium Oenologie an der Justus-Liebig-Universität in Giessen. Sie arbeitet als Entwicklungsingenieurin im Bereich „Beverage“ bei E. Begerow GmbH & Co., Langenlonsheim

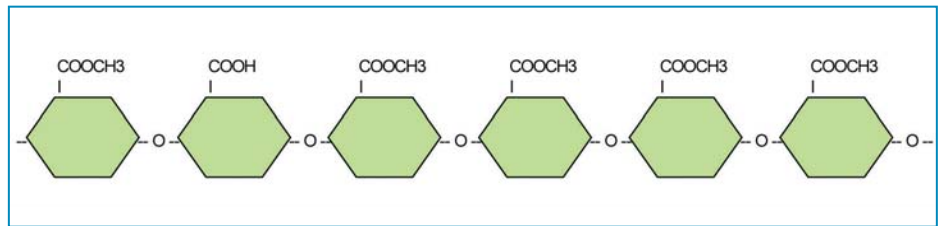


Abb.3. Vereinfachte schematische Darstellung von Pektin (Methylierungsgrad: 90%).

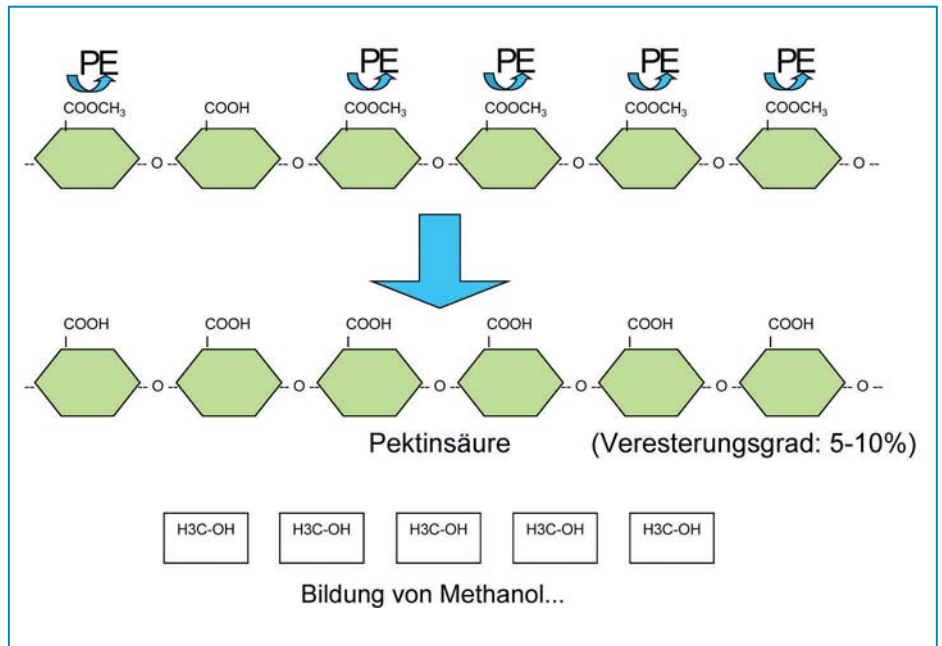


Abb.4. Vereinfachte Darstellung der Spaltungsreaktion von Pektinesterasen...

Bemerkung: Faktoren wie der Reifegrad, Gesundheitszustand, Frischobst oder Lagerobst wurden nicht weitergehend ausgeführt. Es ist jedoch wichtig zu erwähnen, dass diese unterschiedlichen Faktoren ebenfalls einen hohen Einfluss auf den Pektin-gehalt von Obst haben.

Aus der Auflistung ist ersichtlich, dass Äpfel mit einem Pektin-gehalt von 0,78% im oberen Pektinkonzentrationsbereich liegen und Birnen und Süßkirschen niedrigere Werte aufweisen. Die Auflistung zeigt also, dass der Pektinabbau, abhängig von der verwendeten Frucht, unterschiedlich durchgeführt werden muss.

#### VORVERSUCH ZUR ERMITTLUNG DER ENZYMDOSAGE EMPFEHLENSWERT

Es ist also notwendig, entsprechende Vor- tests, sog. Tropfstests, (Abb. 2) zur Ermittlung der optimalen Enzymdosagen durchzuführen. Hierfür ist eine entsprechende Menge an Maische aus dem Produktionsprozess zu entnehmen, zu jeweils 500 g in Bechergläser zu portionieren und mit ansteigenden Enzymdosagen zu versetzen. Die Kontrolle wird nicht enzymiert. Flüssigenzympräparate können direkt verwenden

### Hefen, Enzyme, Aromen, Kräuter ...



... zur Herstellung von Likören und Spirituosen

**G. Wein**

GmbH + Co.

Meimsheimer Strasse 10 • 74357 Bönnigheim • Telefon 07143 / 8856-0  
Fax 07143 / 25249 • eMail: info@gwein.de • www.gwein.de

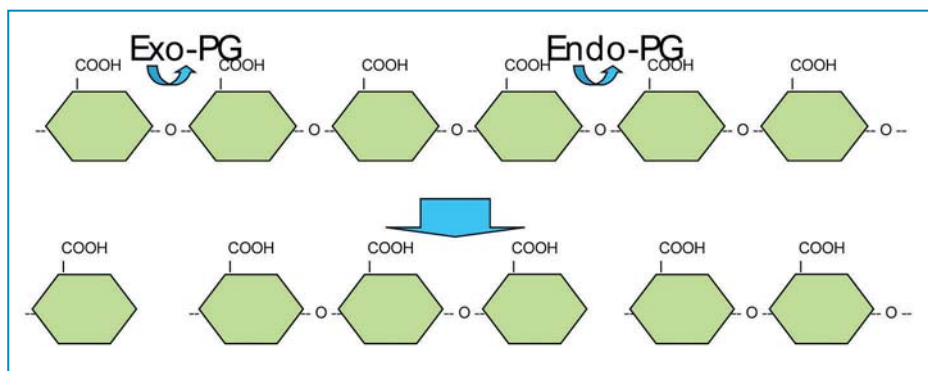


Abb.5. ... von Polygalacturonasen und ....

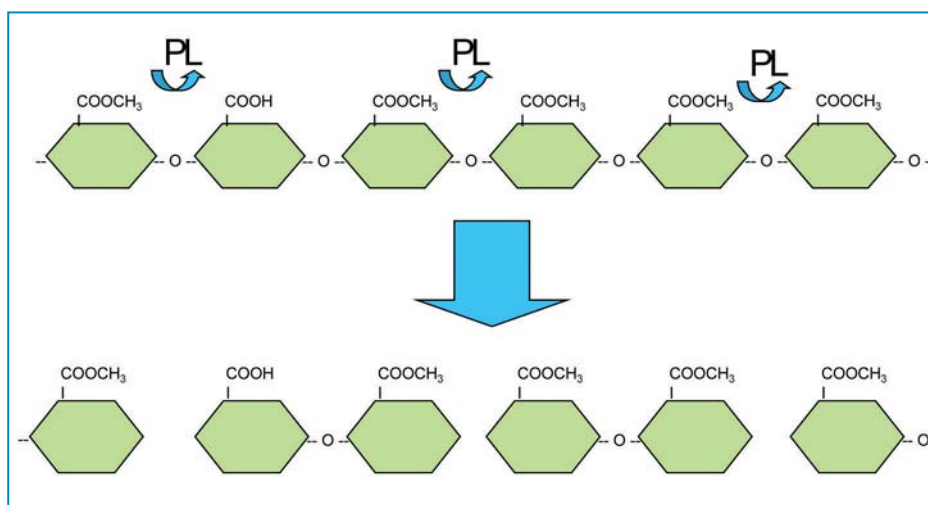


Abb.6. ... von Pektinlyasen (Quelle: Novozymes Switzerland AG).

det werden. Bei granulierten Produkten ist die Fertigung einer Stammlösung mit Wasser notwendig. Die Standzeit der Maische sollte bei Betriebstemperatur erfolgen, optimalerweise in dem Raum, in dem später auch die Großbehälter vermaischt werden.

Nach einer Standzeit von 6 oder 12 Stunden kann der Inhalt der Bechergläser über einen Trichter mit grobem Faltenfilter in einen Standzylinder abfiltriert werden. Die anschließende Messung der Tropfsaftmenge nach ca. 15 Minuten gibt Aufschluss darüber, welche Enzymdosage anzuwenden ist.

#### WIE FUNKTIONIEREN ENZYME?

Die vereinfachte Darstellung von Pektin ist eine Poly-Galacturonsäure-Kette (Abb. 3) die unterschiedlich stark verestert sein kann. Beispielsweise weisen Äpfel einen Veresterungsgrad (Methylierungsgrad) von 80 - 90% auf, d.h. Methanol ist zu diesem Prozentsatz an die Galacturonsäure gebunden.

Wie ist nun die Funktionsweise der pektolytischen Enzyme zu beschreiben? Es gibt, wie bereits erwähnt, drei technologische Gruppen:

- Pektinlyasen
- Polygalacturonasen und
- Pektinmethylesterasen.

Besonders im Hinblick auf die Methanolabspeicherung und Methanolkonzentration ist dies besonders zu berücksichtigen. Die Gruppe der Pektinesterasen spaltet Pektin zu niederverestertem Pektin oder zu Pektinsäure und Methanol. Die Polygalacturonasen spalten die Methyl estergruppen di-

rekt ab, so dass Methanol freigesetzt wird. Hingegen spalten sie Pektinlyasen das Pektin nur an denjenigen Stellen, neben denen sich eine Methyl estergruppe befindet, ergo wird weniger bzw. kein Methanol freigesetzt.

In den Abbildungen 4 bis 6 sind die einzelnen Enzymierungsvorgänge der verschiedenen pektolytischen Enzyme dargestellt. Es ist ersichtlich, dass Enzyme substratspezifisch die Pektinketten spalten. Abhängig vom eingesetzten Enzym ist die Freisetzung von Methanol in der Maische und im Destillat unterschiedlich. Wenn Enzymprodukte aus reinen Pektinlyasen eingesetzt werden, ist die Methanolfreisetzung geringer als bei Pektinesterasen. Die Autoren des Fachbuchs Obstbrennerei heute, Tanner und Brunner haben dies bereits vor sehr langer Zeit erkannt und mit folgendem Zitat beschrieben: „Was die Methanolgehalte enzymbehandelter Maischen betrifft, so werden diese gegenüber unbehandelten nicht verändert, da die Methanolfreisetzung durch fruchteigene Pektinmethylesterasen ohnehin erfolgt. Insofern ist auch die Verwendung ‘methyl esterasefreier’ Handelsenzyme illusorisch....“.

Die Herstellung von „methyl esterasefreien“ Enzymprodukten ist keine Illusion, sondern diese werden schon mehrere Jahre in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie eingesetzt. Bis zum jetzigen Zeitpunkt sind im Destillatbereich mehrfach nur Tests mit Enzymmustern mit Pektinlyasen möglich gewesen. Heute jedoch sind Untersuchungen mit kommerziellen Großmengen möglich. Hierbei zeigen sich aufgrund der hohen Enzymaktivität um ein Vielfaches mehr die spezifischen Eigenschaften der großtechnisch hergestellten Enzyme.

(Fortsetzung folgt)

Dr. Ilona Schneider, Langenlonsheim

**SCHLISSMANN** 

**SCHWÄBISCH HALL**

**Fachmännische Maischeansäuerung:**  
- zum Schutz gegen Acrolein und andere Fehlgerüche -

**Säure-Kombination MS (keine Zitronensäure)**  
Hemmung schädlicher Bakterien bei  
pH-Wert 3 in Obstmaischen

**Brenner-pH-Meter**  
Praktisches pH-Meter zur genauen, raschen  
Messung des pH-Wertes beim Einmaischen

Telefon 0791 97191-0 Fax -25 Auwiesenstr. 5 74523 Schwäbisch Hall  
Internet: www.c-schliessmann.de E-mail: service@c-schliessmann.de