

# Ta vara på äpplen som restprodukt

Examensarbete-Kemiingenjör med tillämpad bioteknik

Teknik

Johanna Avelin

Rapportnummer: 2018.04.01



HÖGSKOLAN I BORÅS

**Program:** Kemiingenjör-Tillämpad bioteknik

**Svensk titel:** Ta vara på äpplen som restprodukt

**Engelsk titel:** To use the waste of apples

**Utgivningsår:** 2018

**Författare:** Johanna Avelin

**Handledare/Examinator:** Patrik Lennartsson

**Nyckelord:** (skriv *enkla* sökord på svenska)

---

## Sammanfattning

I Sverige slängs det ca 1,2 miljoner ton matavfall per år. Mycket av avfallen är frukt och grönt då konsumenters missuppfattningar om hur en ätbar frukt och grönsak ser ut för att vara ätbar. Matsvinn är både dåligt för ekonomin och miljön, därför krävs det en ändrad inställning från konsumenterna för att minska matsvinnet.

Lyckans äpple är ett musteri som genererar ca 2,5 ton äppelrester per år. I dagsläget finns ingen process för att ta hand om dessa. Därför är syftet med det här examensarbetet att ta reda på om det går att ta tillvara äppelresterna. Att se om det går att få ut en alkoholhaltig dryck och någon typ av torkad livsmedelsprodukt. Även ta reda på hur mycket tillväxt av *Neurospora intermedia* och *Aspergillus oryzae* som kan fås.

En rad olika metoder har använts. Fermentation för att få ut en alkoholhaltig dryck, 70 °C ugn för att få ut en torkad livsmedelsprodukt och Solid State Fermentation för att få tillväxt av svamparna *Neurospora intermedia* och *Aspergillus oryzae*.

Resultatet visar att en alkoholhaltig dryck går att få ut av äppelrester. Att få ut en god och smakrik dryck från äppelrester med endast vatten och svamp som tillsatts är svårt eftersom det är mycket smak från äpplena som försvinner då musten görs. Däremot skulle en god dryck gå att få ut med hjälp av tillsatser eftersom den har god smakpotential. Torkningen gav bra resultat. Alla resultat hade i princip samma smak men olika konsistenser. Att få ut en livsmedelsprodukt går. Att kunna använda sig av att torka äppelrester är ett bra alternativ då processen är lätt, det smakar gott och äppelresterna innehåller bra ämnen för kroppen. Resultaten från Solid State Fermentation varierade. I en del försök var tillväxten större och i andra mindre.

## Abstract

In Sweden, about 1.2 million tons of food waste is thrown away per year. Much of the waste is fruit and vegetables because of the consumers misconceptions about how a fruit and vegetable should appear in order to be edible. Food waste is bad both for the economy and the environment. Therefore, a changed attitude from the consumers is needed to reduce the waste of food.

Lyckans äpple is a cider factory that generates about 2.5 tons of apple waste per year. At present there is no process for handling these. Therefore, the purpose of this thesis is to find out if it is possible to make use of the apple waste. To investigate if it is possible to get an alcoholic drink and some type of dried food product. Also to find out how much growth that can be obtained out of *Neurospora intermedia* and *Aspergillus oryzae*.

A variety of different methods have been used. Fermentation to get an alcoholic drink, 70°C oven to get a dried food product and Solid State Fermentation to get the growth of the fungus *Neurospora intermedia* and *Aspergillus oryzae*.

The result shows that an alcoholic beverage can be extracted from apple waste. To get a good and tasty beverage from apple waste with only water and fungus added is difficult because there are a lot of flavors from the apples that disappear when the must is done. On the other hand, a good beverage could be obtained using additives because the beverage has a good taste-potential. The drying gave good results. All results had basically the same taste but different texture. Getting a food product is possible. Being able to dry apple wastes are a good option as the process is easy, it tastes good and the apple waste contains good substances for the body. Results from Solid State Fermentation varied. In some experiments, the growth was greater and in others less.

# Innehåll

<b>1. Inledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrund .....	1
1.1.1 Äpplen i Sverige.....	1
1.1.2 Näringsinnehåll .....	1
1.1.4 Tidigare forskning .....	2
1.2 Syfte .....	3
1.3 Mål .....	3
1.4 Avgränsningar .....	3
1.4.1 Dryck.....	3
1.4.2 Torkning.....	3
1.4.3 Solid State Fermentation .....	3
<b>2. Material och Metoder</b> .....	<b>4</b>
2.1 Mikroorganismer .....	4
2.1.1 Analytisk metod .....	4
2.2 Dryck.....	4
2.2.2 Fermentation.....	4
2.2.2.1 Försök med låg halt äppelrester .....	5
2.2.2.2 Försök med högre halt äppelrester .....	5
2.2.2.3 Försök med 10 g och 20 g tillsatt sackaros .....	5
2.2.3 Kolsyra .....	5
2.2.4 Centrifugering och filtrering .....	5
2.2.5 HPLC.....	5
2.3 Torkning .....	6
2.4 Solid State Fermentation .....	6
<b>4. Resultat och diskussion</b> .....	<b>6</b>
4.1 Dryck.....	6
4.1.1 Resultat 1. (100,2 g äppelrester och 800 ml destillerat vatten). .....	7
4.1.2 Resultat 2. (200 g äppelrester och 800 ml vatten). .....	8
4.1.3 Resultat 3 och 4. (10 g och 20 g socker). .....	9
4.2 Torkning .....	10
4.3 Solid State Fermentation .....	13
<b>5. Slutsats</b> .....	<b>15</b>
5.1 Dryck.....	15
5.2 Torkning .....	15
5.3 Solid State Fermentation .....	15
<b>6. Litteraturförteckning</b> .....	<b>1</b>

# 1. Inledning

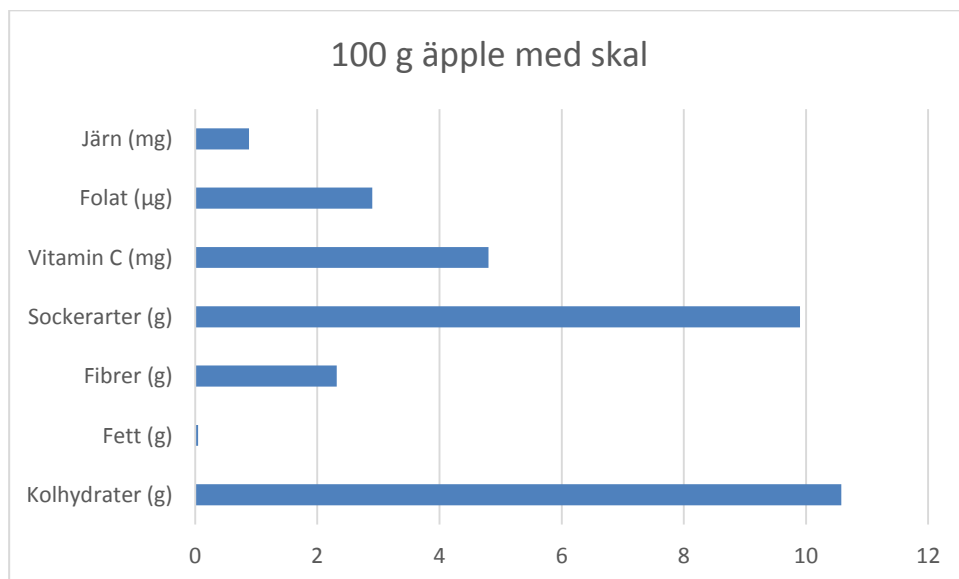
## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 Äpplen i Sverige

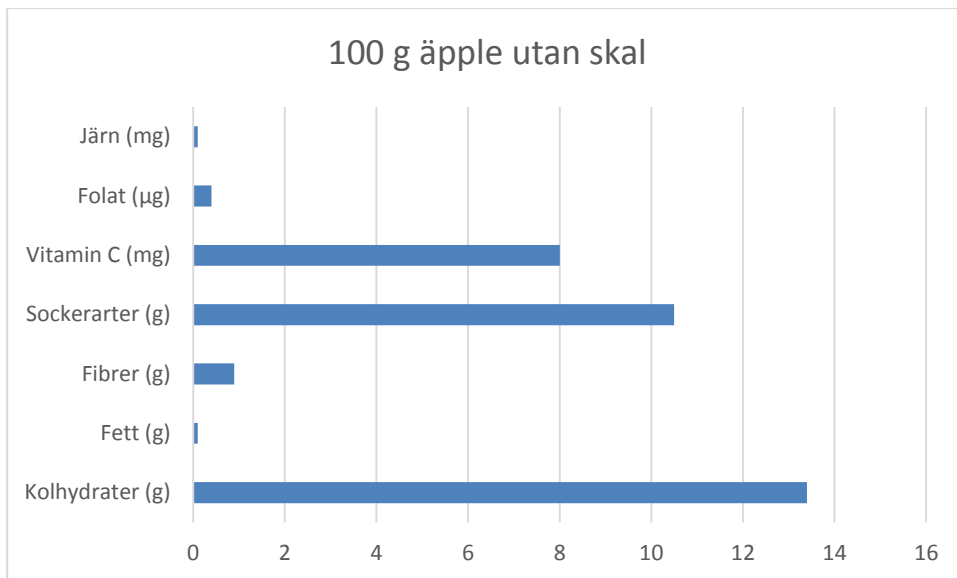
År 2015 producerades ca 25 000 ton kvalitetsproduktions äpplen i Sverige enligt statistik (Fao, 2018). En del av dessa äpplen går till större och mindre musterier. Ett mindre företag som Lyckans Äpple genererar ca 2,5 ton äppelrester per år (Samuellsen, 2018) och i dagsläget finns ingen process för att ta hand om dessa. Herrljunga Cider är ett större företag och producerar i dagsläget ca 40 ton äppelrester per år. Däremot produceras det flesta dryckerna från juicekonsentrat, så resterna som blir är främst från den färskpressade juicen. Enligt Sten Andersson på Herrljunga Cider väntas pressresterna öka rejält kommande år. I dagsläget går resterna otorkat till en närbelägen biogasanläggning. Hans ide om alternativa lösningar vid större volymer är att investera i en torkanläggning för pressresterna och pressa det till pellets som sedan kan säljas som till exempel djurfoder, jordförbättring etc (Andersson, 2018).

### 1.1.2 Näringsinnehåll

Ett äpple innehåller bland annat kolhydrater, fett, fibrer, sockerarter, vitamin C, folat och järn (Livsmedelsverket, 2017). En rad olika ämnen som är bra för kroppen. Nedan visas två diagram som visar innehållet i 100 gram äpple med och utan skal (Figur 1 och 2):



Figur 1: 100 gram äpple med skal.



Figur 2: 100 gram äpple utan skal.

I diagrammen visas olika mycket av de olika ämnena och det är på grund av skalets innehåll. Det är alltså 100 gram äpple inklusive skalet i figur 1, därför är det mycket av ursprungsäpplet som försvinner. I figur 2 är det räknat helt utan skal vilket gör att skalets innehåll försvinner. Ett äpple med skal per 100 gram innehåller mer folat, järn och fibrer och mindre kolhydrater, fett, sockerarter och vitamin C än 100 gram äpple utan skal. Det kan vara intressant att veta att folat används i kroppen för cellernas ämnesomsättning och till bildning av röda blodkroppar, järn behövs för syretransporten i kroppen och fibrer behövs för att tarmarna ska fungera normalt (Livsmedelsverket, 2017). Det finns alltså mycket bra ämnen kvar i restprodukten av äpple.

### 1.1.3 Matavfall

I Sverige slängs det ca 1,2 miljoner ton matavfall per år. Detta motsvarar ett utsläpp på 442 000 ton växthusgaser vilket påverkar miljön negativt. För att få ett perspektiv på detta så är det nästan lika mycket som utsläppen från 360 000 bilar per år (Livsmedelsverket, 2017). Den större delen av avfallet står hushållen för där 771 000 ton slängs. Ungefär 35 % av hushållens matavfall är onödigt avfall, kallat matsvinn. Mycket av avfallet är frukt och grönt då konsumenters missuppfattningar om hur en ätbar frukt och grönsak ser ut för att vara ätbar. Matsvinn är både dåligt för ekonomin och miljön, därför krävs det en ändrad inställning från konsumenterna för att minska matsvinnet (Jordbruksverket, 2017).

### 1.1.4 Tidigare forskning

I examensarbetet har laboratoriearbete gjorts. De ätbara, filamentösa svamparna *Neurospora intermedia* och *Aspergillus oryzae* har använts. Bland annat genom Solid State Fermentation för att se om svamparna växer bra på ett substrat som äppelrester. Att få tillväxt av dessa är bra till bland annat färgindustrin då *N. intermedia* och *A. oryzae* producerar naturliga pigment. I forskning har det diskuterats om *N. intermedia* (Nair, 2017), pigmentindustrin och dess ökade intresse för naturliga pigment. År 1856 kom det första syntetiska färgämnet, "mauve", som kom att bli starten av en storskalig färgindustri där syntetiska färgämnen tog över marknaden från de naturliga pigmenten på grund av dess lägre kostnader och lättare

storskaliga produktion. Men av dagens samhälle och dagens konsumenter är efterfrågan på naturliga pigment större på grund av humana produktionsätt och miljöbesparande. Problemet som kan komma att bli är konkurrensen mellan odlingsmarker till mat och marker för att kunna odla bra frukt och plantor till färgindustrin. (Rebecca Gmoser, 2018) För att eliminera den typen av konkurrens har tillväxten av svamparna i det här arbetet undersökts på äppelrester.

### *Foderproduktion med *N. intermedia**

De pigment som används i foderproduktion är antingen syntetiska eller naturliga. *N. intermedia* producerar ett naturligt, ätbart pigment som är kapabel till att producera gul/orangea karotenoider som kan användas i djurfoder och i livsmedelsindustrin. Maten/djurfodret blir då rikare på essentiella aminosyror, omega-3 och -6 fettsyror. Resultat av tidigare forskning (Rebecca Gmoser, 2018) visar att *N. intermedia* är en potentiell ny pigmentkälla som kan vara av intresse för bland annat foderindustrin då högkvalitativa näringsämnen för fisk eller djurfoder kan fås utan att lägga till ytterligare arbete.

#### **1.2 Syfte**

Syftet med projektet är att ta reda på om det går att ta tillvara äppelrester från ett äppelmusteri. Att se om det går att få ut en alkoholhaltig dryck och någon typ av torkad livsmedelsprodukt. Även genom Solid State Fermentation ta reda på hur mycket tillväxt av *Neurospora intermedia* och *Aspergillus oryzae* som kan fås.

#### **1.3 Mål**

Målet är att företaget Lyckans Äpple ska få ett svar på om det går att få ut en alkoholhaltig dryck från äppelrester och om det går att torka resterna och få ut en god livsmedelsprodukt. Också undersöka om det går att få tillväxt av *N. intermedia* och *A. oryzae* med hjälp av Solid State Fermentation.

#### **1.4 Avgränsningar**

Då tiden är knapp behövdes arbetet avgränsas. Examensarbetet som gjorts är inriktat på att jobba med endast pressrester av äpplen från ett musterier som substrat.

##### 1.4.1 Dryck

Försöken som gjorts med att få ut en dryck av resterna har begränsats på så vis att materialet och metoderna som använts skulle vara så billiga och lätta att jobba med som möjligt och med så lite tillsatser som möjligt. Därför har smaken på drycken inte varit prioriterad.

##### 1.4.2 Torkning

Torkningsprocessen har avgränsats till att använda endast en metod till att torka.

##### 1.4.3 Solid State Fermentation

Solid State Fermentation har körts parallellt med torkningen och drycken. Begränsningen här var att prova så många olika metoder som möjligt så länge som laboratoriearbetet med drycken och torkningen var i gång.

## 2. Material och Metoder

För att ta reda på om det är möjligt att få ut en alkoholhaltig dryck, en god torkad livsmedelsprodukt och tillväxt från Solid State Fermentation användes en rad olika metoder. Under kategorierna nedan beskrivs metoderna.

### 2.1 Mikroorganismer

De ätbara filamentösa svamparna *Neurospora intermedia* CBS 131.92 (Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, Nederländerna) och *Aspergillus oryzae* CBS 819.72 användes i den här studien. För att få tillväxt av svamparna användes petriskålar med potato dextrose agar (PDA) innehållande 20 g/l glukos, 15 g/l agar och 4 g/l potatisextrakt. De förberedda PDA-plattorna inokulerades och inkuberades aerobt i ca 2-3 dagar vid 30°C. Förberedelsen inför inokuleringen gjordes genom att 20 ml sterilt destillerat vatten placerades på agarplattor där *N. intermedia* och *A. oryzae* redan fanns på varsin platta. För att frigöra sporena användes en engångs plast spridare. De två blandningarna sögs sedan upp i varsin spruta och hölls i separata förslutna plaströr. Därifrån droppades 3 droppar på vardera agarplatta med PDA-lösning för utstryk. Det gjordes 6 stycken plattor med *N. intermedia* och 6 stycken plattor med *A. oryzae*.

Även *Saccharomyces cerevisiae* i form av sötjäst och matjäst (Kronjäst, Sverige) användes i försöken till att få ut en alkoholhaltig dryck. En liten bit av sötjästen och en bit av matjästen blandades i förslutna plaströr med 50 ml destillerat vatten i vardera för att få jäst- och vattenblandningarna.

#### 2.1.1 Analytisk metod

En Bürker-räknekammare (med ett djup av 0,1 mm) användes för att bestämma cellkoncentrationen av svamp- och vattenblandningarna och jäst- och vattenblandningarna som användes för inokuleringen. Spor blandningarna var spädda tio gånger och räknades i 16 stycken E-rutor med en volym på 1/250 µl under ljusmikroskop och därefter räknades cellkoncentrationen ut. *N. intermedia* hade en koncentration på  $7,5 \cdot 10^6$  celler/ml, *A. oryzae* en koncentration på  $4,0 \cdot 10^7$  celler/ml, sötjäst hade en koncentration på  $1,5 \cdot 10^8$  celler/ml och matjäst en koncentration på  $1,1 \cdot 10^8$  celler/ml.

### 2.2 Dryck

#### 2.2.2 Fermentation

Under de 4 försöken som gjordes att producera en alkoholhaltig dryck användes samma metoder. I alla försök odlades *N. intermedia* och *A. oryzae* aerobt och jästen anaerobt. I samtliga fall användes E-kolvar där 200 ml vatten- och äppelblandning placerades och autoklaverades. Därefter tillsattes alla typer av jäst och svamp i olika E-kolvar (Se metod i 2.1.1). Sedan ställdes E-kolvorna i vattenbad i 3 dagar med en temperatur på 30°C och en skakningshastighet på 130 rpm. Efter vattenbadet placerades innehållet i E-kolvorna i



förslutna plaströr (50 ml x 2 av varje sort) där 2 av varje sort av dem centrifugerades. Vätskan hälldes av och filtrerades. Även 35 ml av varje sort sparades för att prova göra kolsyra.

#### 2.2.2.1 Försök med låg halt äppelrester

I försök 1 mixades 100,02 g äppelrester med 800 ml destillerat vatten (Se metod i 2.2.2). I E-kolvarna tillsattes sedan 3 ml av *N. intermedia* i en E-kolv och 3 ml av *A. oryzae* i en annan som svamp- och vattenblandning och 3 ml av söt jäst i en E-kolv och 3 ml mat jäst i en annan som jäst- och vattenblandning.

#### 2.2.2.2 Försök med högre halt äppelrester

I försök 2 togs dubbla mängden äppelrester. Här mixades 200 g äppelrester med 800 ml destillerat vatten (Se metod i 2.2.2). I E-kolvarna tillsattes samma mängd svamp- och vattenblandning av *N. intermedia* och *A. oryzae* däremot togs en mindre mängd av endast söt jäst ut och blandades med 50 ml destillerat vatten denna gång. Därefter användes 2 ml av denna som jäst- och vattenblandning.

#### 2.2.2.3 Försök med 10 g och 20 g tillsatt sackaros

Även i försök 3 och 4 mixades 200 g äppelrester med 800 ml destillerat vatten (Se metod i 2.2.2). I E-kolvarna tillsattes samma mängd svamp- och vattenblandning och jäst- och vattenblandning som i försök 2. I försök 3 tillsattes även 10 g sackaros i varje blandning och i försök 4 tillsattes 20 g sackaros i varje blandning.

### 2.2.3 Kolsyra

Efter fermentationen sparades 4 rör med en av varje sort till försök att göra kolsyra. Metoden var att låta rören stå framme i rumstemperatur och med jämna mellanrum skruva upp korken på rören.

#### 2.2.4 Centrifugering och filtrering

Rören centrifugerades i 5 minuter med 3354 x g. Filtreringen skedde med tratt och filtrerpapper.

#### 2.2.5 HPLC

Under tiden fermenteringen skedde togs prover ut vid olika tider till senare HPLC (High-performance liquid chromatography). I alla försök togs ett 0 timmars prov ut innan någon tillsats till äppel- och vattenblandningen hade tillförts. I första, tredje och fjärde försöket togs även 24 och 72 timmars prov ut och i andra försöket togs 48 och 72 timmarsprov ut.

HPLC instrumentet användes senare för att få veta vilken koncentration av glukos, sockermix, glycerol och etanol som fanns i proverna. Vätskefasen före, under och efter fermenteringen analyserades med HPLC utrustad med en vätejonbaserad jonbytarkolonn (Aminex HPX-87H, Bio-Rad, Hercules, CA, USA) vid 60 °C och 0.6 mL·min<sup>-1</sup>, 5 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> användes som elueringsmedel för analysen. (Ferreira, 2015)

## 2.3 Torkning

I torkningsprocessen har 70°C ugn använts. Torkningen började med att fukthalten i äppelresterna skulle bestämmas. En mindre mängd äppelrester placerades på urglas och torkades i ugn (70°C). Då ett oväntat första resultat blev lyckat fortsattes denna metod för att torka äppelrester. I nästa steg togs en större mängd (147,35 g) ut och lades i bågare och torkades i 1 och 2 dygn. För att få ut ett ”äppelmjöl” användes mortel efter torkningsprocessen. Ett försök att mixa äppelresterna med en liten mängd vatten gjordes och därefter torka i 70°C ugn för att se om det gick lättare att få ut ”äppelmjöl”.

## 2.4 Solid State Fermentation

För att få tillväxt av svamparna *Neurospora intermedia* och *Aspegillus oryzae* har metoden ”Solid State Fermentation” nyttjats. Flera olika försök har gjorts och alla försök utfördes aerobt. I alla försöken användes petriskålar och 0,5 ml svamp- och vattenblandning. Första försöket var ett testförsök och gjordes med äppelrester som täckte petriskålarnas botten. Efter det silades äppelresterna för att få bort vätska. I tredje försöket togs den fasta fasen från centrifugeringen ut och därefter torkades den fasta fasen från centrifugeringen i 70°C ugn tills det blev en bra konsistens och placerades i petriskålar. I femte försöket togs även här den fasta fasen från centrifugeringen ut, den torkades i 70°C ugn till den fått bra konsistens därefter placerades de två plattorna i klimatkammare för Solid State Fermentation. I sjätte försöket togs de torkade äpplena ut från den 70°C ugnen och lite destillerat vatten tillsattes. I sjunde försöket användes de autoklaverade äppelresterna. De placerades i petriskålar under sterila förhållanden. En del av de autoklaverade äppelresterna torkades också i 70°C ugn innan svamp- och vattenblandningarna tillsattes för att få bort lite vätska. I nionde försöket kördes Solid State Fermentation med ”äppelmjölet”, här tillsattes även 5 ml destillerat vatten.

# 4. Resultat och diskussion

## 4.1 Dryck

En alkoholhaltig dryck går att få ut av äppelrester, det är konstaterat. Att få ut en god och smakrik dryck från äppelrester med endast vatten och svamp som tillsatts är svårt eftersom det är mycket smak från äpplena som försvinner då musten görs. Däremot skulle en god dryck gå att få ut med hjälp av tillsatser eftersom den har god smakpotential.

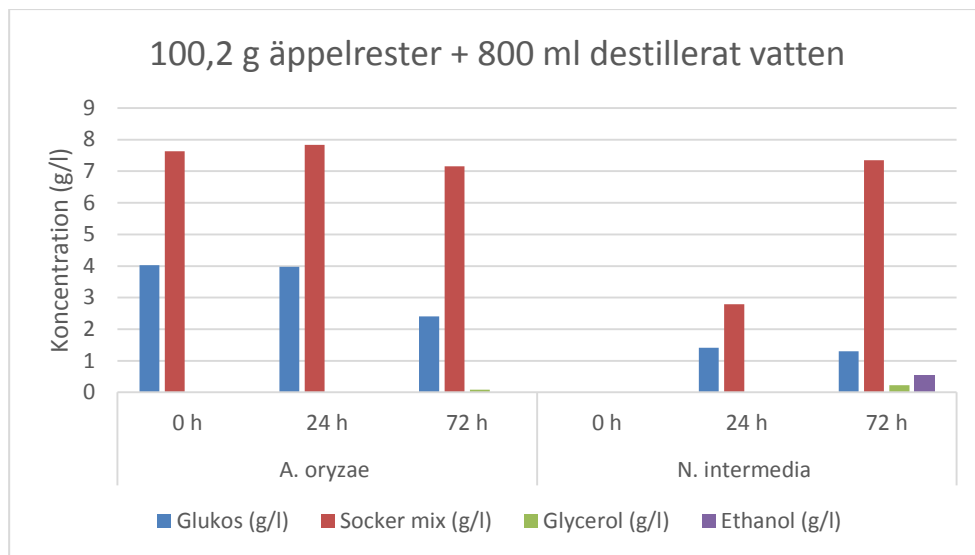
### *Alkoholproduktion*

*A. oryzae* producerar inte någon etanol alls och *N. intermedia* producerar ytterst lite alkohol efter 72 h (figur 3). Sötjäst och Matjäst producerar en del alkohol med denna metod (figur 4). Med större äppelmängd producerar även här jästen alkohol men inte *N. intermedia* och *A. oryzae* (figur 5). Men hjälp av 10 gram tillsatt socker producerade både *N. intermedia* och Sötjäst mer alkohol (figur 6). Med 20 gram tillsatt socker producerar *A. oryzae* lite alkohol men Sötjäst producerar mindre alkohol än i föregående försök vilket är märkligt och troligen inte korrekt (figur 7). I försöket att göra kolsyra ses en ökning av alkohol på *A. oryzae* och *N. intermedia* och minskning på Sötjäst och Matjäst (figur 8). Det var svårt att bedöma om kolsyra hade bildats, men utifrån smak så kändes ingen kolsyra.

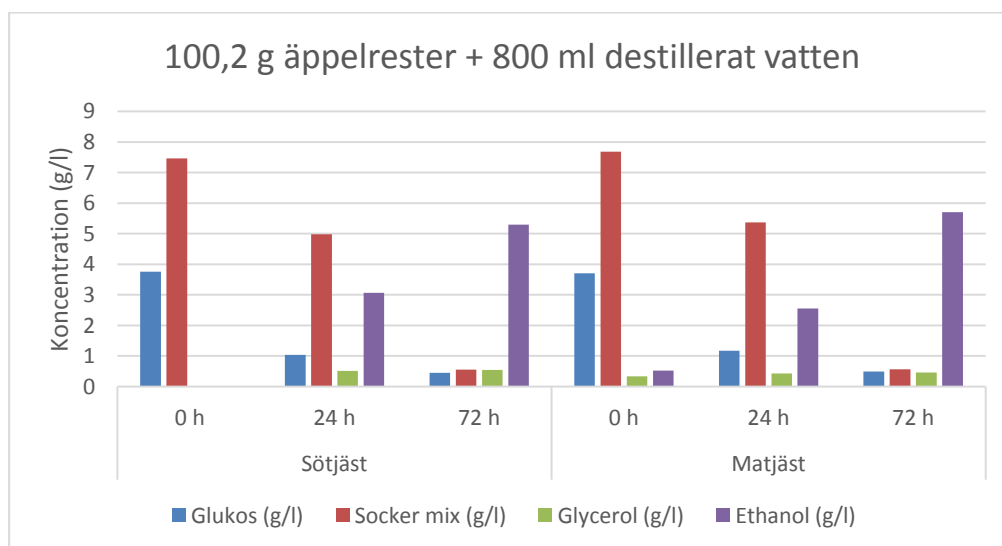
#### 4.1.1 Resultat 1. (100,2 g äppelrester och 800 ml destillerat vatten).

Äppelrester och vatten blandades 1:8 för jäsningsförsök. Det resulterade i fyra olika drycker med olika smak och lukt. *N. intermedia* hade bäst smak och lukt av alla. Drycken luktade äpple och hade tendenser till god smak men det konstaterades snabbt att det var för mycket vatten. *A. oryzae* luktade i princip inget äpple alls och smakade nästan bara vatten. Sötjäten hade en tydlig äppel- och jäst lukt, drycken smakade mycket jäst och lite äpple. Men även här var det för mycket vatten. Drycken med matjäst luktade och smakade jäst med en liten hint av äpple. Också för stor mängd vatten.

Nedan visas två diagram från försök 1 (Figur 3 och 4):



Figur 3: Diagrammet visar försök med låg halt äppelrester. Prover med *Aspergillus oryzae* och *Neurospora intermedia* har tagits ut efter 0, 24 och 72 timmar och analyserats i HPLC.

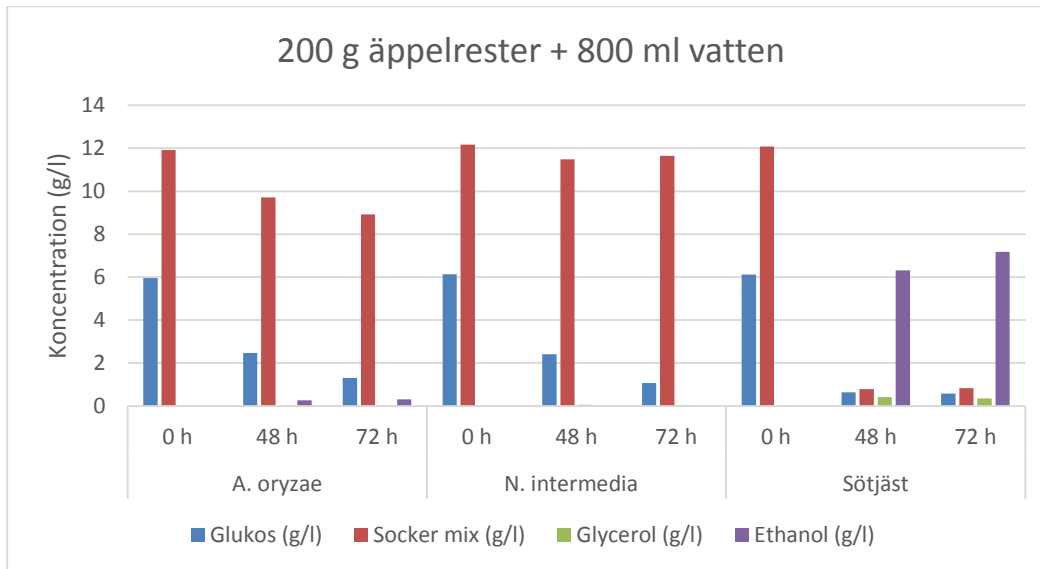


Figur 4: Försök med låg halt äppelrester. Prover med sötjäst och matjäst har tagits ut efter 0, 24 och 72 timmar och analyserats i HPLC.

#### 4.1.2 Resultat 2. (200 g äppelrester och 800 ml vatten).

Äppelrester och vatten blandades 1:4 för jäsningsförsök. Det resulterade i tre olika drycker med olika smak och lukt. *N. intermedia* hade mer äppelsmak och lukt än i första försöket, dock inte lika god smak. *A. oryzae* var även i detta försök i princip luktlös. Det smakade mer äpple än i första försöket men var fortfarande för mycket vatten. Sötjäten hade liknande smak som i föregående försök, däremot smakade den i andra försöket mer alkohol.

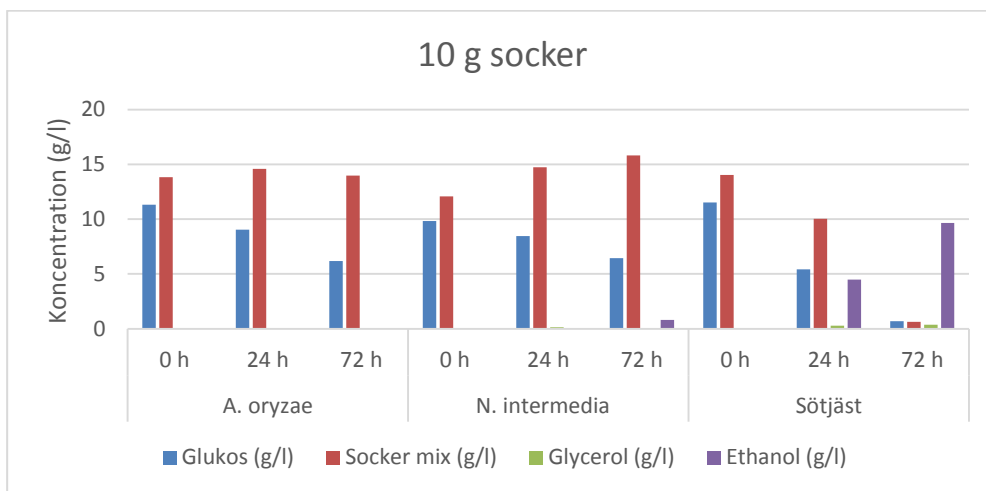
Nedan visas ett diagram från försök 2 där mängden äppelrester dubblats (Figur 5):



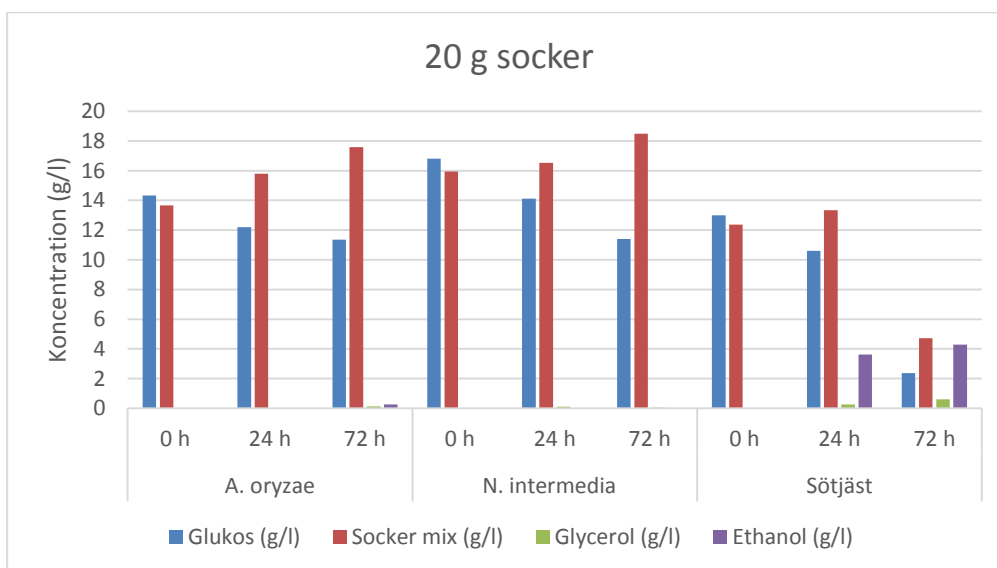
Figur 5: Försök med högre halt äppelrester. Prover med *Aspergillus oryzae*, *Neurospora intermedia* och sötjäst har tagits ut efter 0, 48 och 72 timmar och analyserats i HPLC.

#### 4.1.3 Resultat 3 och 4. (10 g och 20 g socker).

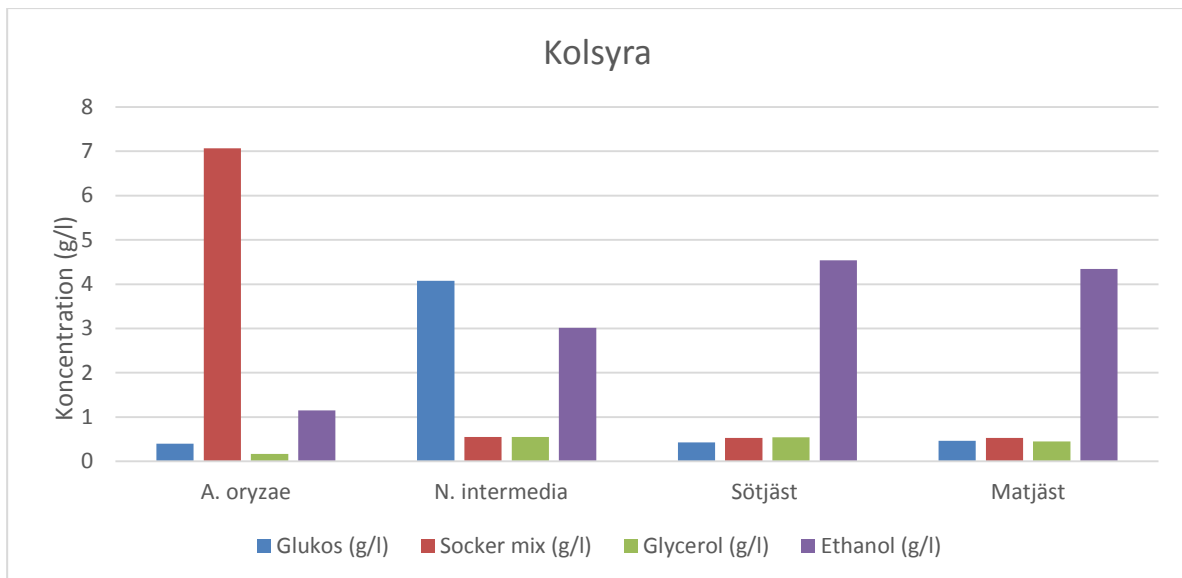
Äppelrester och vatten blandades 1:4 för jäsningsförsök. Det resulterade i tre olika drycker med olika smak och lukt. *N. intermedia* hade liknande smak som i resultat 2 men inte lika god äppelsmak som i försök 1. Den smakade däremot mer äpple och i både försök 3 och 4 var den sötare. Smakar fortfarande mycket vatten. *A. oryzae* hade mycket mer äppelsmak i försök 3 och 4 än i alla andra försök. Även godare smak och lukt. Resultat 3 och 4 med *A. oryzae* blev den bästa av alla drycker. Dock är det fortfarande för mycket vatten i drycken. Sötjästens dryck var sötare än i försök 1 och 2. Annars var smaken liknande som i resultat 2. Nedan visas två diagram från försök 3 och 4 där 10 g och 20 g socker har tillsatts (Figur 6 och 7) och ett diagram från försök 1 där försök till kolsyra gjorts (Figur 8):



Figur 6: Försök med 10 g tillsatt sackaros. Prover med *Aspergillus oryzae*, *Neurospora intermedia* och sötjäst har tagits ut efter 0, 24 och 72 timmar och analyserats i HPLC.



Figur 7: Försök med 20 g tillsatt sackaros. Prover med *Aspergillus oryzae*, *Neurospora intermedia* och sötjäst har tagits ut efter 0, 24 och 72 timmar och analyserats i HPLC.



Figur 8: Här visas kolsyra från försök 1. Prover med *Aspergillus oryzae*, *Neurospora intermedia*, sötjäst och matjäst har tagits ut efter ca 2 veckor och analyserats i HPLC.

#### 4.2 Torkning

Torkningen gav bra resultat. Alla resultat hade i princip samma smak men olika konsistenser. Att få ut en livsmedelsprodukt går. Att kunna använda sig av att torka äppelrester tror jag är ett bra alternativ då processen är lätt, det smakar gott och äppelresterna innehåller bra ämnen för kroppen.

Första resultatet på torkningen var oväntat men absolut en livsmedelsprodukt. Det gick att äta och smakade hyfsat gott. Se bild nedan (Figur 9).



Figur 9: En liten mängd torkade äppelrester.

Här på bilden nedan är resultatet från den större mängd äppelrester som torkats (Figur 10). Konsistensen och smaken blev i princip densamma som i första försöket. Lite mer kompakt.



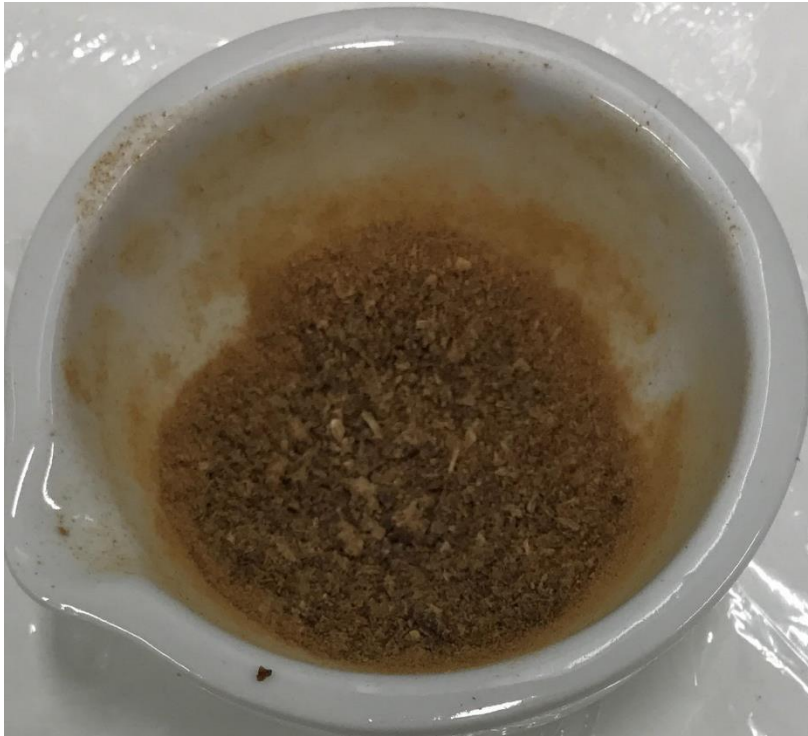
Figur 10: En del av en större mängd torkade äppelrester.

Här är äppelrester som torkats i ett dygn. Konsistensen var mjukare och smaken var den samma som i de tidigare försöken. Se bild nedan (Figur 11):



Figur 11: De torkade äpplena efter ett dygn.

Försöket att mortla för att få ut ett äppelmjöl såg ut som på bilden nedan (Figur 12). Smaken var fortfarande densamma och konsistensen blev som ett grövre malet mjöl.



Figur 12: Torkade och mortlade äppelrester.



### 4.3 Solid State Fermentation

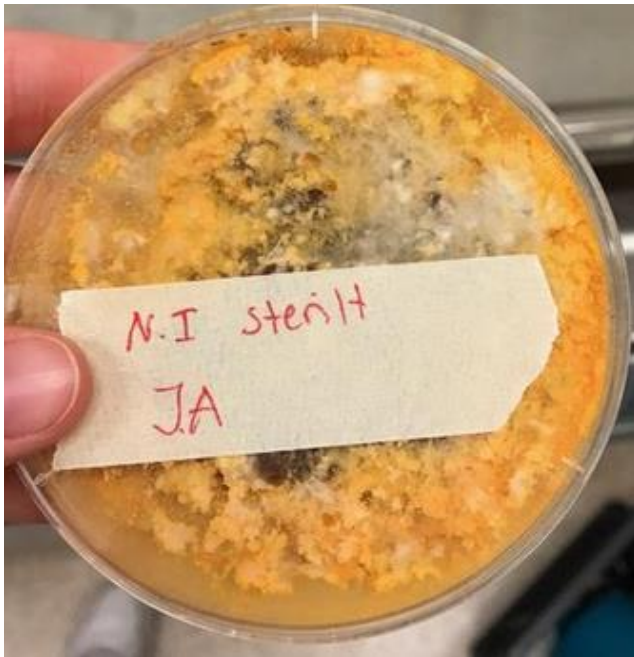
Resultaten från Solid State Fermentation varierade. I en del försök var tillväxten större och i andra mindre. Vissa försök blev även kontaminerade.

På bilden nedan ser vi några av alla försök som gjordes (Figur 13):



Figur 13: Tre stycken plattor med *A. oryzae* och en med *N. intermedia* där äppelresterna behandlats olika innan tillsats av *A. oryzae* eller *N. intermedia*. Här har översta plattorna blivit kontaminerade av *N. intermedia* och ingen av plattorna har fått så stor tillväxt.

Då tillväxten är det viktiga i Solid State Fermentation så visas här det resultatet som är bäst. På bilden nedan visas den agarplatta som fått mest tillväxt och det bästa resultatet (Figur 14 och 15):



Figur 14: Framsidan av agarplattan. De autoklaverade äppelresterna som tillsattes på agarplattor under sterila förhållanden.



Figur 15: Baksidan av agarplattan. De autoklaverade äppelresterna som tillsattes på agarplattor under sterila förhållanden.

## **5. Slutsats**

Det går att ta tillvara resterna. Utifrån resultaten är torkning det bästa alternativet utifrån smak, ur miljö och ekonomiskt perspektiv då alla rester tas tillvara på. Att göra en dryck är krångligare och dessutom tas inte alla rester vara på då de bli rester igen efter en dryck gjorts. Tillväxten från Solid State Fermentation är inte tillräckligt bra för att det ska löna sig.

### **5.1 Dryck**

Eftersom försöken som gjorts var begränsade så var det ingen av dryckerna som smakade helt bra. Men slutsatsen som kan dras är att man skulle kunna få ut en god dryck med alkohol i med hjälp av andra tillsatser så som smaktillsatser då drycken har smakpotential. Däremot skulle det kosta företaget pengar och mer personal. Så därför lönar det sig inte.

### **5.2 Torkning**

Skulle man kunna torka äppelrester och använda som livsmedelsprodukt eller till djurfoder så kommer svinnet minska med 100 procent eftersom allt kommer gå till mat eller foder vilket är bra ur både ekonomisk synpunkt och miljösynpunkt. Eftersom en metod på torkning använts i examensarbetet och fungerat bra så kommer ett företag förmodligen tjäna på att torka sina äppelrester.

### **5.3 Solid State Fermentation**

Att ta vara på restprodukter från bland annat livsmedelsindustrin med hjälp av Solid State Fermentation kan vara bra då pigmenten innehåller bra ämnen för kroppen och ger även färg. Slutsatsen är däremot att äppelmustföretag troligtvis inte kommer tjäna så mycket på det eftersom tillväxten inte var så stor i detta fall. Däremot finns det en möjlighet att få tillväxt så hade projektet fortgått hade det kanske gått att tjäna på det.

## 6. Litteraturförteckning

Andersson, S., 2018. [Intervju] (20 02 2018).

Fao, 2018. *FAOSTAT*. [Online]

Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

[Använd 17 03 2018].

Ferreira, J. A., 2015. *Integration of filamentous fungi in ethanol dry-mill biorefinery*, Borås: Högskolan i Borås.

Jordbruksverket, 2017. *Enklare tillsammans*. [Online]

Available at:

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/begransadklimatpaverkan/matsvinn.n.4.4b00b7db11efe58e66b8000996.html>

[Använd 14 05 2018].

Livsmedelsverket, 2017. *Livsmedelsverket*. [Online]

Available at: <https://www.livsmedelsverket.se/matsvinn>

[Använd 20 03 2018].

Livsmedelsverket, 2017. *Livsmedelsverket*. [Online]

Available at: <https://www.livsmedelsverket.se/>

[Använd 01 03 2018].

Livsmedelsverket, 2017. *Sök näringsinnehåll*. [Online]

Available at: <http://www7.slv.se/SokNaringsinnehall/Home/FoodDetails/588>

[Använd 20 03 2018].

Nair, R. B., 2017. *Integration of first and second generation bioethanol processes*, Borås: Högskolan i Borås.

Rebecca Gmoser, J. A. F. M. L. M. J. T. a., 2018. *Pigment Production by the Edible Filamentous Fungus Neurospora Intermedia*, Borås: MDPI.

Samuellsen, G., 2018. [Intervju] (10 01 2018).



HÖGSKOLAN  
I BORÅS