



Gummiråd i æbler kan spottes

Æbler inficeret af gummiråd udskiller flygtige stoffer, som kan måles ved gasanalyse. Resultater viser, at metoden kan afsløre, om æblerne er syge på lager

✍ Merete Edelenbos, Aarhus Universitet, Merete.edelenbos@food.au.dk og Hinrich Holthausen, Aarhus Universitet og Esteburg Obstbauzentrum, Jork

📷 Jens Michael Madsen og Roland Weber

Æbler udskiller under modning flygtige stoffer, som bidrager positivt eller negativt til æblets aroma og karakteristiske smag. De fleste stoffer bidrager positivt, for eksempel estre, alkoholer, aldehyder og ketoner, men stoffer fra de selvsamme kemiske grupper kan også bidrage negativt.

Generelt udskiller nyhøstede og umodne æbler kun små mængder flygtige stoffer. Det samme gælder ved lav temperatur som på et æblelager, og når æbler udvikler lagerråd. Derfor er det vigtigt at kunne måle meget små koncentrationer af flygtige stoffer, hvis man vil afsløre, om æblerne bliver syge under lagring.

Modelsystemet er vigtigt

I vores arbejde med at udvikle metoden har vi undersøgt udskillelsen af flygtige stoffer fra både syge og sunde æbler på lager. Til formålet valgte vi sorten Kanzi®, fordi den er relativt holdbar på lager.

For at være sikker på at have syge æbler til formålet blev nogle af frugterne også kunstigt inficeret i marken med svampen gummiråd, *Phacidiopycnis washingtonensis*, to uger før forventet høst. Gummiråd er en forholdsvis ny lager-sygdom, som også findes i Danmark. Svampen inficerer i marken og kommer



*Gummiråd forårsages af svampen, *Phacidiopycnis washingtonensis*, som smitter ved kontakt. Herved udskilles flygtige stoffer, der kan måles ved gasanalyse.*

med ind på lageret, hvor den spredes fra æble til æble ved kontakt. Angrebne æbler bliver brune, senere helt sorte og

gummiagtige, og udvikler en svag, sødlig duft i retning af engelsk cider. Da svampen angriber faste æbler, er det vanskeligt at begrænse smittespredningen på lager ved at bruge SmartFresh eller ved at opbevare frugterne på CA-lager for at bevare deres fasthed.

Flere stoffer med svampevækst

Reagensglasforsøg viste, at gummirådsvampen udskilte mere end 50 forskellige flygtige stoffer fra inficeret æblejuiceagar i laboratoriet. De fleste stoffer var estre (21 stoffer), alkoholer (11 stoffer), aldehyder (6 stoffer) og ketoner (5 stoffer), men de selvsamme stoffer blev også fundet i kontrolprøverne. Derfor var det kun tre af stofferne, der kunne bruges til at identificere gummiråd på lager: 3-pentanon, styren og 2-phenylethanol, se tabel 1. Stofferne styren og 2-phenylethanol blev udelukkende fundet i prøver med svampevækst, mens 3-pentanon blev fundet både med og uden svampevækst, dog i højere koncentrationer med svampevækst. Ved et nærmere eftersyn i litteraturen kunne vi se, at de tre nævnte stoffer tidligere er blevet beskrevet i forbindelse med svampevækst på æbler og dyrkning af råds svampen *Cladosporium cladosporioides*.

Større udskillelse over tid

De tre stoffer blev også fundet i forhøjede koncentrationer under lagring af gummiråd-inficerede Kanzi® æbler i 2016-2017 og i 2017-2018.

I figur 1 ses udviklingen af 3-pentanon i et glas med ni inficerede æbler i 2016-2017, hvoraf fire frugter udviklede symptomer på gummiråd. Under lagring steg indholdet af 3-pentanon fra omkring seks enheder i uge 0 (7. november 2016) til cirka 120 enheder i uge 18 (9. marts 2017). Alle resultater fra forsøg med Kanzi® æbler i glas fra 2016-2017

*Tabel 1. Mængden af flygtige stoffer fra æblejuice inficeret med gummirådsvampen, *Phacidiopycnis washingtonensis*. Forskellige bogstaver inden for hver kolonne angiver statistisk sikker forskel på fem procent niveauet.*

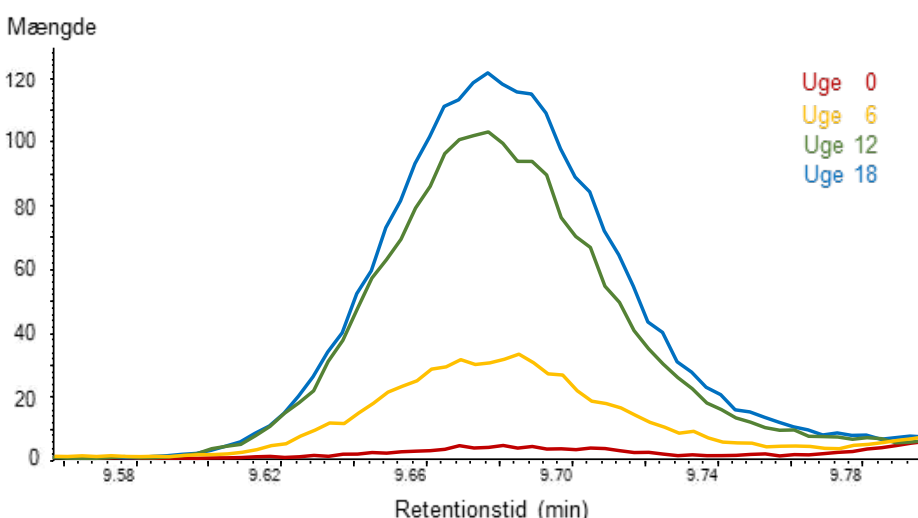
Behandling	Nanogram pr. liter		
	3-Pentanon	Styren	2-Phenylethanol
Kontrol	4,9 b	0 b	0 b
Inficeret	51,0 a	16,3 a	1,1 a



Til venstre ses tidlige symptomer på gummiråd i 'Elstar' efter seks måneder på CA-lager. Æblet er voksagtigt, blegt og lugter i retning af engelsk cider. Til højre ses sene symptomer på gummiråd i 'Elstar' efter seks måneder på kølelager. Æblet er sort, og svampen er begyndt at producere sporer.

Tabel 2. Mængden af flygtige stoffer og nederst i tabellen procent angrebne Kanzi® æbler ved lagring i 2016-2017. Den første måling var den 7. november 2016 (uge 0). Forskellige bogstaver inden for hver parameter angiver statistisk sikker forskel på fem procent niveauet.

Parameter		Uge på lager			
		0	6	12	18
3-Pentanon	Kontrol	0 b	0 b	0 b	0 b
	Inficeret	3 b	16 b	184 a	148 a
Styren	Kontrol	13 b	18 b	21 b	19 b
	Inficeret	24 b	183 a	182 a	226 a
2-Phenylethanol	Kontrol	0 c	0 c	0 c	6 c
	Inficeret	0 c	3 c	82 b	144 a
Angrebne æbler	Kontrol	0 c	0 c	0 c	0 c
	Inficeret	0 c	14 b	22 ab	33 a



Figur 1. Udvikling af det flygtige stof 3-pentanon i et glas med ni inficerede æbler i 2016 - 2017, hvoraf fire frugter udviklede symptomer på gummiråd.

ses i tabel 1. Generelt steg udskillelsen af de tre flygtige stoffer i takt med, at æblerne blev syge og udviklede gummiråd på lager.

Gasmetoden skal videreudvikles

Stoffet 2-phenylethanol er særligt interessant, fordi det har en behagelig æbleciderduft. Denne duft er også fundet på æblelagre med gummiråd-inficerede og syge æbler. Dette kan tyde på, at 2-phenylethanol er et relevant markørstof for gummiråd på lager.

Næste skridt vil være at videreudvikle gasmetoden, så den kan bruges til at overvåge æblelagre med henblik på at begrænse lagerråd.

Læs også artikel om sunde og gummiråd-inficerede æbler på køl i Gartner Tidende nr. 9, 2018. ■



'DAFRUS - dansk frugt uden sprøjtestoffer' har fået tilskud fra Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram (GUDP) under Fødevare- og Miljøministeriet og Promilleafgiftsfonden for frugtavlen og gartneribruget.

Måling af flygtige stoffer

- I laboratoriet: Kanzi®-juice blev varmebehandlet. Juice og agar fyldt på reagensglas, og der blev tilsat svampesporer. Efter seks dages vækst blev reagensglassene lukket med en tæt prop. De flygtige stoffer blev samlet op efter 20 timers inkubation og analyseret ved gaskromatografi og masse-spektrometri.
- På lager: Glas med naturligt (kontrol) og kunstigt inficerede Kanzi®-æbler blev opbevaret ved to grader i 18 uger. Hver sjette uge blev glassene lukket i 20 timer, og flygtige stoffer blev opsamlet og analyseret ved gaskromatografi og massespektrometri.