

Redusert svinn, bedre kvalitet og utvidet lagrings sesong for norsk kålrot og gulrot (Totenrot)

v. Mette Goul Thomsen (NIBIO); Johs. Dyste (Toten kålrotpakkeri), Pia Heltoft (NIBIO), Eldrid Lein Molteberg (NIBIO)

Sammendrag.

Lagring av grønnsaker er en risikosport og krever både gode råvarer inn på lager samt gode lagringsbetingelser. I «Totenrot»-prosjektet fant vi at en periode med «sårheling» ved 10 °C før nedkjøling reduserte forekomsten av råteangrep i gulrot og av svarte ringer i kålrot. Bruken av fungicider mot lagringsopp hadde ingen effekt i gulrot, men tendens til effekt i kålrot, dog avhengig av hvor røttene var dyrket. Ventilasjon under lagring viste at vekttapet i gulrot økte med økende totale luftmengde og var størst ved konstant luftgjennomstrømning med 25 m³/tonn/time og minst ved ventilasjon i intervaller med 120 m³/tonn/time. Sistnevnte hadde størst forekomsten av klossopp. Vi fant også store variasjoner i lagringsresultat fra de forskjellige dyrkerlagre.

Bakgrunn

Kålrot og gulrot er blant de største vekstene i norsk grønnsaksproduksjon. Begge lagres lenge og med betydelig lagersvinn, ofte rundt 30 %. De viktigste årsakene til lagringstap er angrep av råte, redusert smak og tekstur, samt vektsvinn og fargeendring. Både på den plantefysiologiske forståelsen av kvalitet under lagring og på den tekniske siden trengs det en styrking av nasjonal kunnskap. Behovet for slik kunnskap øker med ønsket om større selvforsyningsgrad, som er en del av det generelle behovet for økt matvareproduksjon på verdensbasis samt ønske om bedre ressursutnyttelse. Da betydningen av råvarer og lagringsforhold for rotgrønnsaker heller ikke internasjonalt er godt nok dokumentert, er det stort behov for nye norske forsøk. Viktige problemstillinger er ulike innlagrings- og lagringsstrategier, samt betydningen for lagring av dyrkingsforhold som gjødsling, fungicider og klimatiske faktorer.

«Totenrot»-prosjektet

Prosjektet ble gjennomført som et samarbeid mellom Toten Kålrotpakkeri AS, Lundstad Grønt AS, NLR og NIBIO. Toten Kålrotpakkeri og Lundstad Grønt pakker henholdsvis kålrot og gulrot, det meste dyrket i Østre Toten kommune. Arbeidet ble utført i 2014-2015, og er ment som et forprosjekt til et større prosjekt. Det ble finansiert 50 % av Regionale Forskingsfond, resterende er finansiert av partene i prosjektet. Prosjektet tok utgangspunkt i produsentenes ønsker om fokus på lagring og i denne undersøkelse ble det fokusert på bruk av fungicider i felt, sårheling etter høsting, temperatur under lagring, ventilasjon og type av lager. Det overordnede målet var å redusere lagringstapene gjennom økt kunnskap om samspillet mellom råvarekvalitet og tekniske lagerløsninger.

Forsøksopplegg

Forsøksmaterialet ble dyrket hos utvalgte produsenter og lagret i lagringsceller på Apelsvoll (Tabell 1) eller i ordinære dyrkerlagre (Tabell 2). Behandlingen med sårheling består i at

råvaren etter høsting lagres ved en temperatur, som kan fremme helningsprosesser av skader og sår på roten.

Tabell 1. Oversikt over behandlinger utført i lagringsceller på Apelsvoll. Lagringstid 5 mdr. Gulrot ble lagret i perforerte plastsekker og kålrot i plastkasser. Etter lagring ble røttene vurdert for sykdomsangrep og skader og det totale vektsvinn (vekttap + sykdommer) ble registrert.

Behandling	Faktorer	Fuktighet	Sorter	Størrelse på enhet
± Fungicid	± sårheling og lagring ved 0,5 °C	98 % RH	Gulrot: Panther, Romance og Natalja Kålrot: Vigod	Gulrot: 10 kg Kålrot: 20 kg
Sårheling	14 dager ved 10 °C deretter 0,5 °C	70 % RH 98 % RH		
Ventilasjon	0,5 °C <u>Kontinuerlig luftstrøm:</u> 12,5 m ³ /tonn/time 25 m ³ /tonn/time <u>Intervaller på 15 min hver fjerde time:</u> 120 m ³ /tonn/time 240 m ³ /tonn/time	98 % RH	Gulrot: Natalja Kålrot: Vigod	8 kg
Lagertemperatur	0,5 °C 3 °C	98 % RH	Gulrot: Natalja Kålrot: Vigod	Gulrot: 10 kg Kålrot: 20 kg

Prøvene ble vurdert i forhold til følgende symptomer:

- Kålrot: Fysiologisk skade som svarte ringer i ledningsvevet, soppangrep og groing.
- Gulrot: Forekomst av lagersoppene Klosopp-råte (*Mycocentrospora acerina*), Gulrothvitflekk (*Fibularhizoctonia carotae*), 'Tuppråte', Fusarium råte (*Fusarium* spp.) og Storknollet råtesopp (*Sclerotinia sclerotiorum*) (se Tabell 4 og 5). I tabellene er det bare tatt med behandlinger som ga sikre forskjeller.

På dyrkerlagre ble det fra hver kasse tatt ut fire prøver à 25 kålrøtter eller 100 gulrøtter. Funn av sykdommer og skader ble registrert pr rot, uten hensyn til om skaden kunne kuttes bort.

Tabell 2. Oversikt over dyrkerlagre brukt i undersøkelsen. Kålrot ble lagret på alle 7 lagre, gulrot på to lagre; lager 1 i plastforet kasse og lager 7 både med og uten plast i kassen. Alle plasser ble det brukt storkasser på ca. 400 kg. Lagringstid 5 mdr.

Lager nr	Type lager	Størrelse på lageret (tonn)	Byggeår	Kjøling	Befuktning	Ventilasjon
1	Glykolkjøøl			Ja	Nei	Glykol i kjøleaggregatet
2	Græe	375	1994	Ja	Ja	Græe med supplerende kjøling
3	Våtkjøøl	500	1985	Ja	Ja	Filacell, styrt relativ rask luftbevegelse
4	Trad. Lager u. kjøøl	200	1955/1999	Nei	Nei	Manuelt via kjøreport
5	Trad. Lager u. kjøøl	150	1972/2008	Nei	Vann i kanaler	Baltebøl
6	Trad. Lager u. kjøøl	175	1970	Nei	Nei, vann på gulv	Vifte som kan suge eller blåse inn kald luft
7	Kjølelager ny type		2014	Ja	Ja	Saltvand i kjøleaggregatet

Resultater og diskusjon

Sårheling før lagring og fungicidbehandling

Kålrot (Tabell 3)

Det var en tendens til at bruken av fungicid påvirket forekomsten av samlet råte hos den ene kålrotprodusenten, men ikke hos den andre. Forekomst av svarte ringer ble funnet hos den ene dyrkeren og her hjalp sårheling sterkt (Figur 1). Det er uklart hva disse svarte ringene skyldes og vi kan ikke forklare samspillet mellom sårheling og fungicid. Prøver med disse symptomer ble sendt til Plantehelse på Ås for vurdering, men de fant ikke primære sopporganismer, som kunne knyttes til disse symptomene. Vi antar derfor at dette er en fysiologisk skade.

Forskjellene i effekt av sårheling mellom produsenter kan ha en viss sammenheng med ulik behandling rett etter høsting. Mens kålrota som hadde svarte ringer kom fra en produsent, som kjørte varene rett til Apelsvoll og inn på kjølelager etter høsting, lagret den andre produsenten røttene ved noe høyere temperatur en god uke før de kom på kjølelager. De sistnevnte fikk derfor en form for sårheling før innlagring. Dette kan stemme med produsentenes antakelse om at skaden kan oppstå av rask nedkjøling etter høsting. Sårheling hadde ingen effekt på groing og heller ikke vekttap som følge av væsketap på lager i disse forsøkene.

Tabell 3. Forekomst av symptomer i kålrot etter lagring. Betydning av dyrkingssted og behandlingene med/uten fungicid og sårheling før lagring (% av total antall røtter). Statistisk sikre forskjeller er angitt med stjerne

Kålrot	Behandling	Svarte ringer % antall	Groing % antall	Samlet råter % antall
	Fungicid			
	Med	7,5	17,2	11,8
	Uten	22,3	19,6	22,4
		*	-	(*)
	Sårheling			
	Med	7,6	23,2	15,9
	Uten	22,2	13,5	18,3
		*	-	-
	Dyrker			
	1	<0,001	11,8	32,4
	2	29,8	24,9	1,8
		*	*	*
	¹ Dyrker x fungicid	*	*	*
	¹ Dyrker x sårheling	*	*	-
	¹ Fungicid x sårheling	*	*	-

angir at der er statistisk sikker forskjell mellom behandlinger, () tilnærmet sikker og - ingen forskjell

¹ Analyse av samspill mellom flere parametere

Gulrot

I gulrot fant vi at sårheling før lagring reduserte forekomsten av råte (Tabell 4). Her er det bare data fra én produsent. Forekomsten av lagersopp økte ved bruk av fungicider hos den ene produsenten, mens det i snitt av begge produsentene ikke var noen slik effekt (Tabell 4).

Vekttapet under lagring ble ikke påvirket av forbehandlingen med sårheling.

Tabell 4. Forekomst av sykdom i gulrot etter lagring i forhold til bruk av fungicid (materiale fra to dyrkere) og sårheling (materiale fra én dyrker). Statistisk sikre forskjeller er angitt med stjerne.

Gulrot	Samlet råter % antall	Tuppråte % antall
Fungicid		

med	25,0	3,3
uten	20,6	6,7
	-	*
Sårheling		
med	15,4	2,9
uten	29,4	3,8
	*	-

Ventilasjon

Kålrot og gulrot

I kålrot så vi ingen sikre effekter av ventilasjon hverken på vekttap (0,02 %) eller av råte (4 %). I gulrot var det også små vekttap, men her var det sikre forskjeller mellom luftmengdene. Det var minst vekttap i gulrot som var lagret med ventilasjon i intervaller med 120 m³/tonn/time og størst vekttap i røtter lagret med konstant luftgjennomstrømning med 25 m³/tonn/time. Vekttapet henger i stor grad sammen med væsketap, og dette øker med den totale luftmengden. Omregnet til totale luftmengder per døgn gir dette minst mengde ved ventilasjon i intervaller med 120 m³/tonn/time (=288 m³/tonn/døgn) og størst mengde ved konstant ventilasjon med 25 m³/tonn/time(=600 m³/tonn/døgn). Forekomsten av klosopp var størst i gulrot lagret med ventilasjon i intervaller med 120 m³/tonn/time (tabell 5). Det var sikre forskjeller mellom dette forsøksleddet og begge leddene med konstant ventilasjon.

Tabell 5. Effekt av ventilasjon på råtesopp og vekttap i gulrot. Forskjellige bokstaver i samme kolonne angir sikre forskjeller mellom forsøksledd.

Ventilasjon	Vekttap %	Samlet råte % antall	Klosopp % antall
12,5 m ³ /tonn/time	2,9a	56,1	14,6b
25 m ³ /tonn/time	2,7ab	52,8	10,8b
120 m ³ /tonn/time	1,7b	68,0	35,2a
240 m ³ /tonn/time	2,9ab	55,2	19,3ab

Effekt av temperatur

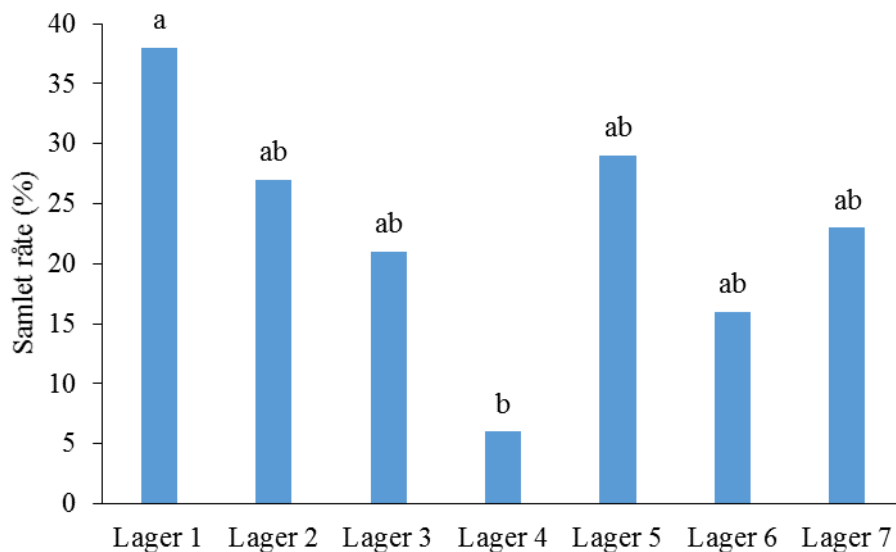
Kålrot og gulrot

Kålrot hadde større vekttap etter lagring ved 3 °C enn ved 0,5 °C, men det var ingen sikre forskjeller når det gjaldt sykdomsangrep. I gulrot var det ingen effekter av temperatur, hverken på vekttap eller sykdomsangrep.

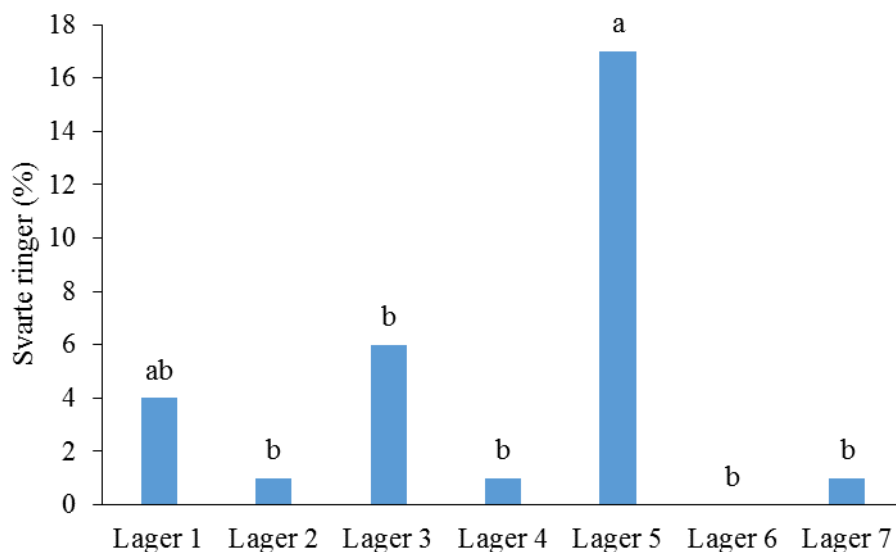
Lagring på dyrkerlagre

Kålrot

For kålrot var det bare statistisk sikre forskjeller mellom lager 1 og lager 4 når det gjaldt samlet råteangrep (Figur 1). Svarte ringer på kålroten ble observert i større grad (17 % av røttene) på lager 5 (baltebøl-lageret) enn på de andre lagrene (Figur 2). I dette tilfellet har forskjellen trolig ikke sammenheng med sårheling/nedkjølingshastighet, ettersom alle kasser ble kjørt til et samlet lager hvor de stod i to uker før fordeling på de ulike dyrkerlagrene. Store variasjoner i lagringsfaktorer som fuktighet og temperatur kan imidlertid ha vært utslagsgivende for resultatene. I lager 1 sto storkassen med forsøksmaterialet alene på lager på slutten av lagringsperioden, noe som kan ha bidratt til det store lagringstapet.



Figur 1. Forekomst av samlet råte i kålrot etter lagring på ulike dyrkerlagre. Y-aksen angir % antall av alle røtter. Forskjellige bokstaver over søylene angir sikre forskjeller mellom lagrene.



Figur 2. Forekomst av svarte ringer (% antall) etter lagring på ulike dyrkerlagre. Forskjellige bokstaver over søylene angir sikre forskjeller mellom lagrene.

Gulrot

Det var ikke sikre forskjeller i råteforekomst mellom de to lagrene (nr 1 og 7). Lagring i kasser uten plast ga større forekomst av gulrothvitflekk enn lagring med plast i kassen. Smitten med gulrothvitflekk kan ha kommet fra lagringskassen, da soppen kan overleve på treverk.

Oppsummering

Resultatene fra prosjektet tyder på at det kan være flere årsaker til svarte ringer i kålrot og at det kan være knyttet opp mot forholdene under sårheling og under lagring. Generelt har vi sett en positiv effekt av den anvendte metoden for sårheling i både gulrot og kålrot, og bruken av forskjellige metoder for sårheling eller innlagring bør undersøkes videre. Vi fant at behandling med fungicider hadde noe variabel og i noen tilfeller negativ effekt. Både undersøkelsen på ventilasjon samt screening av dyrkerlagre tydet på at luftbevegelse, luftingsfrekvens og relativ luftfuktighet rundt roten har mye å si for råvarens lagringsstabilitet. Dette er et komplisert område som utfordrer lagerstyring og råvarebiologi og krever grunnleggende kunnskap om begge områder.

Resultatene viser generelt stor variasjon mellom lagre, og at det er gode muligheter for å redusere tapet under lagring. For å undersøke hvordan ulike faktorer spiller inn og påvirker hverandre er det behov for videre undersøkelser.

Dette forprosjekt har gitt oss innsikt i ulike faktorerens mulige innflytelse på lagringsstabilitet i gulrot og kålrot. Vi ser at det på basis av disse funn er mulig å øke lagringsstabiliteten i disse vekstene, og at det trengs langt bedre forståelse av samspillet mellom råvarekvalitet og råvarerespons på lagringsforhold, samt mer kunnskap om planlegging og bruk av de tekniske styringsalternativ på lager.