

# Ulike temperaturstrategier for lagring av industripotet

Pia Heltoft<sup>1</sup> & Kristian Sæther<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NIBIO Frukt og grønt

pia.heltoft@nibio.no

## Innledning

I prosjektet POTETFRIT har det vært fokus på lagringsforholdene for potet til fritering, og på å redusere økningen i mengde reduserende sukker som naturlig skjer på lager, og som igjen gir akrylamid under prosessering. Tiltak som kan bidra til å redusere sukkerinnholdet, og dermed potensialet for danning av akrylamid, er å bruke sorter med lavt sukkerinnhold, bidra til gode dyrkingsforhold som gir modne poteter, og å unngå lagringsforhold som gir stressreaksjoner i poteten under lagring. Under lagringsperioden har ulike klimaforhold, som temperatur, fuktighet og luftfartshastighet, avgjørende betydning for lagringsstabilitet og produktkvalitet.

I et lagringsforsøk gjennomført i tre lagrings-sesonger (2019-2022) ble effekten av ulike temperaturstrategier under lagring undersøkt i åtte ulike chips- og pommes frites sorter. Det ble undersøkt om noen av friterings-sortene kan lagres ved lav temperatur (5 °C). Kald lagring har fordelen av å kunne redusere vekttap og hindre groing utover i lagringssesongen, mens ulempen er at knollene akkumulerer reduserende sukkerarter som igjen gir økt akrylamidinnhold og mørkfarging på det friterte produktet. Videre ble det i forsøket undersøkt om rekondisjonering etter kald lagring kan være en effektiv metode for å senke innholdet av reduserende sukker igjen. Denne problemstillingen er særlig interessant når det ikke kan brukes spirehemmende midler, og muligheten for dette var fortsatt uklart når CIPC ble fjernet fra lista over godkjente midler i 2020.

## Sorter og temperaturstrategier

Lagringsforsøket ble gjennomført under kontrollerte forhold på småskala lager hos NIBIO Apelsvoll i perioden 2019-2022. Det var åtte ulike sorter med i forsøket. Peik, Innovator, Zorba og Gullflaks var med som pommes frites-sorter mens Lady Claire, Lady Britta, Pirol og Kiebitz var med som chipssorter. Tre ulike temperaturstrategier ble undersøkt. Alle prøvene ble sårhelet og hadde en temperaturnedsenking på 1 °C per uke til temperaturen var nede i måltemperatur på enten 8 °C (kontroll) eller 5 °C (kald lagring). Se tabell 1 for de ulike temperaturstrategiene. Det var tre gjentak av alle behandlinger og forsøket ble gjentatt i tre lagringssesonger.

## Friteringsfarge, sukker og akrylamid

Det ble registrert lysere friteringsfarge i pommes frites-sortene Peik og Innovator som hadde gjennomført rekondisjonering, sammenlignet med kald lagring ved 5 °C (tabell 2). Det ble imidlertid oppnådd samme effekt ved å lagre potetene ved stabil temperatur på 8 °C. Zorba og Gullflaks var ikke påvirket av lagringstemperaturen når det gjelder farge, men glukoseverdiene var høyere med kald lagring ved 5 °C sammenlignet med de andre temperaturstrategiene. Det var ingen positive effekter ved å la rekondisjonering fortsette i 6 uker fremfor 3 ukers rekondisjonering.

I chipssorten Lady Britta var det positiv effekt og signifikant lysere friteringsfarge og lavere glukoseinnhold for både rekondisjonering og lagring

**Tabell 1.** Tre ulike temperaturstrategier ble testet i forsøket

Strategi	Temperatur i ulike tidsrom SEPT.-DES.	JAN.-FEB.	MAR.-APR.
Kontroll	Senke 1 °C per uke fra 12 °C til 8 °C	8 °C	8 °C
Kald lagring	Senke 1 °C per uke fra 12 °C til 5 °C	5 °C	5 °C
Kald lagring + rekondisjonering	Senke 1 °C per uke fra 12 °C til 5 °C	5 °C	15 °C

**Tabell 2.** Friteringsfarge og glukoseinnhold i fire pommes frites-sorter lagret ved ulike temperaturstrategier, ulike sorter og ved uttak til ulike tidspunkter fra lager. Farge er visuelt bedømt på skal 1-9, hvor 9 er lysest. Glukose er gitt som mmol/L. Middel av tre gjentak og tre lagringssesonger 2019-2022. Forskjellige bokstaver innen hver kolonne indikerer signifikante forskjeller

	Peik		Innovator		Zorba		Gullflaks	
	Farge	Glukose	Farge	Glukose	Farge	Glukose	Farge	Glukose
Kontroll 8 °C	6,3a	28,9b	7,1a	27,1	6,7	24,4b	7,7	5,9b
Kald lagring 5 °C	3,8b	43,3a	5,3b	28,2	4,6	44,3a	7,6	11,6a
5 °C + Rekondisjonering	6,0a	28,1b	7,1a	27,4	5,3	28,2b	7,6	5,8b
P %	<0,001	<0,05	<0,01	i.s.	i.s.	<0,01	i.s.	<0,05
3 uker etter start rekondisjonering	5,5	31,6	6,3	24,7	5,9	30,1	7,6	7,2
6 uker etter start rekondisjonering	5,2	35,2	6,7	26,3	5,1	34,5	7,7	8,3
P %	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.

ved stabil temperatur på 8 °C, sammenlignet med kald lagring (5 °C) (tabell 3). I Lady Claire var det lysest friteringsfarge ved å lagre ved stabilt 8 °C, sammenlignet med både kald lagring og lagring med rekondisjonering. For glukoseverdiene i Lady Claire og Pirol var det ikke sikre forskjeller

mellom rekondisjonering og 8 °C lagring. I Kiebitz var det ikke forskjeller mellom noen av temperaturbehandlingene, verken for friteringsfarge eller glukose. En lang rekondisjoneringsperiode (6 uker kontra 3 uker) ga lysere friteringsfarge i alle sorter.

**Tabell 3.** Friteringsfarge og glukose i fire chipssorter lagret ved ulike temperaturstrategier, ulike sorter og ved uttak til ulike tidspunkter fra lager. Farge er visuelt bedømt på skal 1-9, hvor 9 er lysest. Glukose er gitt som mg/g. Middel av tre gjentak og tre lagringssesonger 2019-2022. Forskjellige bokstaver innen hver kolonne indikerer signifikante forskjeller

	Lady Claire		Lady Britta		Pirol		Kiebitz	
	Farge	Glukose	Farge	Glukose	Farge	Glukose	Farge	Glukose
Kontroll 8 °C	7,3a	8,4b	6,8a	64,3b	5,4a	78,2ab	6,0	9,4
Kald lagring 5 °C	5,5b	18,9a	3,6b	128,6a	3,7b	85,5a	5,3	9,9
5 °C + Rekondisjonering	5,5b	12,5ab	6,1a	87,3b	4,2ab	49,3b	6,0	9,7
P %	<0,05	<0,05	<0,001	<0,01	<0,05	<0,05	i.s.	i.s.
3 uker etter start rekondisjonering	5,4b	13,8	4,7b	79,6b	2,7b	61,9	4,7b	8,2
6 uker etter start rekondisjonering	6,8a	12,7	6,3a	107,2a	6,1a	80,1	6,8a	11,1
P %	<0,05	i.s.	<0,01	<0,05	<0,001	i.s.	<0,001	i.s.

**Tabell 4.** Predikert akrylamid (Aca, ug/kg) i fire chipssorter lagret ved ulike temperaturstrategier, ulike sorter og ved uttak til ulike tidspunkter fra lager. Middel av tre gjentak og tre lagringssesonger 2019-2022. Forskjellige bokstaver innen hver kolonne indikerer signifikante forskjeller

	Lady Claire	Lady Britta	Pirol	Kiebitz
Kontroll 8 °C	128b	1415b	1594ab	159
Kald lagring 5 °C	285a	2693a	1857a	177
5 °C + Rekondisjonering	198ab	1807b	1022b	172
P %	<0,01	<0,01	<0,05	i.s.
3 uker etter start rekondisjonering	207	1643b	1720	136
6 uker etter start rekondisjonering	202	2300a	1262	201
P %	i.s.	<0,01	<0,05	i.s.

De predikerte akrylamidnivåene (Aca) (tabell 4) viste i stor grad det samme som friteringsfarge og glukoseverdier. Det var en fordel å lagre ved 8 °C eller kjøre rekondisjonering etter 5 °C lagring framfor å lagre kaldt på 5 °C i Lady Claire, Lady Britta og Pirol, mens Kiebitz ikke var påvirket av lagringstemperaturen. Det var imidlertid høye akrylamidnivåer i både Lady Britta og Pirol, og uansett temperaturstrategi på lager lå de over tillatt grenseverdi for chipsproduksjon (750 ug/kg).

### Groing og vekttap

Det ble registrert lengde på groene 3 og 6 uker etter start rekondisjonering i alle sorter. Tabell 5 viser at de mest spirevillige pomes frites-sortene var Innovator og Zorba, mens det blant chipssortene var Lady Britta og Pirol.

De fleste av sortene fikk statistisk sikker økning i grolengden ved rekondisjoneringsbehandling, sammenlignet med de to andre temperaturstrategiene. Det var generelt mere groing i pomes frites-sortene sammenlignet med chipssortene. Sortene Peik, Zorba og Pirol grodde like mye ved temperatur på 8 °C som med kald lagring kombinert med rekondisjoneringsbehandling.

Figur 1 viser oversikt over de 8 sortene lagret ved ulike temperaturstrategier fra lagrings sesongen (2021-2022). Det ses tydelig mer groing i pomes frites-sortene etter rekondisjoneringsbehandling.

**Tabell 5.** Groing (mm) i alle 8 potetsorter lagret ved tre ulike temperaturstrategier. Måling på groene er gjort henholdsvis 3 og 6 uker etter start rekondisjonering. Middell av tre gjentak og tre lagrings sesonger 2019-2022. Forskjellige bokstaver innen hver kolonne indikerer signifikante forskjeller

	Peik	Innovator	Zorba	Gullflaks	Lady Claire	Lady Britta	Pirol	Kiebitz
<b>Hovedeffekt av lagring</b>								
Kontroll 8 °C	13,8a	22,5b	25,8a	11,8b	4,6b	8,3b	11,2ab	3,4b
Kald lagring 5 °C	0,9b	2,5b	1,1b	2,6b	0,3b	2,4b	0,3b	0,02b
5 °C + Rekondisjonering	24,4a	49,1a	42,9a	36,2a	10,8a	25,8a	17,5a	9,8a
P %	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001
<b>Hovedeffekt av måletidspkt.</b>								
3 uker etter start rekondisjonering	5,4b	9,7b	12,7b	8,3b	2,9b	6,1b	5,3b	1,7b
6 uker etter start rekondisjonering	20,7a	39,7a	33,8a	25,4a	7,5a	18,1a	14,0a	7,1a
P %	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,05	0,05	<0,01
<b>Effekt av lagring og måling</b>								
Kontroll 8 °C: 3 uker etter start rekond.	6,5bc	14,0b	24,8b	10,7b	4,8b	6,7b	9,2ab	2,7b
Kontroll 8 °C: 6 uker etter start rekond.	21ab	31,0b	26,8b	13,0b	4,4b	9,8b	13,2ab	4,1b
Kald lagring 5 °C: 3 uker etter start rekond.	0,05c	1,1b	0,8b	1,8b	0,0b	1,9b	0,2b	0,1b
Kald lagring 5 °C: 6 uker etter start rekond.	1,7bc	4,0b	1,3b	3,3b	0,5b	2,8b	0,5b	0,0b
5 °C + Rekond.: 3 uker etter start rekond.	9,5bc	14,0b	12,5b	12,3b	4,1b	9,8b	6,7b	2,4b
5 °C + Rekond.: 6 uker etter start rekond.	39,3a	84,2a	73,3a	60,0a	17,6a	41,7a	28,3a	17,2a
P %	0,05	0,05	<0,01	<0,001	<0,01	0,05	0,05	<0,01



**Figur 1.** Groing i 8 sorter etter 7 måneders lagring med ulike temperaturforhold på lager (lagringssesongen 2021-2022). Foto: Kristian Sæther.

**Tabell 6.** Vekttap (%) i alle sorter lagret ved ulike temperaturstrategier, ulike sorter og ved uttak til ulike tidspunkter fra lager. Middell av tre gjentak og tre lagringssesonger 2019-2022. Forskjellige bokstaver innen hver kolonne indikerer signifikante forskjeller

	Peik	Innovator	Zorba	Gullflaks	Lady Claire	Lady Britta	Pirol	Kiebitz
<b>Hovedeffekt av lagring</b>								
Kontroll 8 °C	6,1	5,7ab	4,7ab	5,6b	6,0b	4,6b	4,7ab	5,5b
Kald lagring 5 °C	5,1	4,3b	3,3b	4,7b	5,6b	4,0b	4,3b	5,3b
5 °C + Rekondisjonering	9,1	10,1a	8,3a	9,3a	10,6a	7,4a	7,3a	8,5a
P %	i.s.	0,05	<0,01	0,05	<0,001	<0,01	0,05	<0,01
<b>Hovedeffekt av måletidspunkt</b>								
3 uker etter start rekondisjonering	6	4,8b	4,2b	5,4b	6,2b	4,2b	4,8	6,0
6 uker etter start rekondisjonering	7,5	8,6a	6,7a	7,6a	8,5a	6,4a	6,2	6,8
P %	i.s.	0,05	0,05	<0,01	<0,01	0,05	i.s.	i.s.
<b>Effekt av lagring og måling</b>								
Kontroll 8 °C: 3 uker etter start rekond.	4,7	4,8b	4,6b	5,2b	5,7b	4,1b	4,7	5,7
Kontroll 8 °C: 6 uker etter start rekond.	7,5	6,5ab	4,8b	5,9b	6,3b	5,0b	4,7	5,4
Kald lagring 5 °C: 3 uker etter start rekond.	5,3	4,1b	3,1b	4,6b	5,3b	3,8b	4,1	5,4
Kald lagring 5 °C: 6 uker etter start rekond.	4,9	4,6b	3,5b	4,9b	5,8b	4,2b	4,6	5,1
5 °C + Rekondisjonering: 3 uker etter start rekond.	8,0	5,5b	4,7b	6,5b	7,7b	4,8b	5,4	7,0
5 °C + Rekondisjonering: 6 uker etter start rekond.	10,2	14,8a	11,8a	12,1a	13,6a	10,0a	9,2	10,0
P %	i.s.	0,05	0,05	0,05	<0,01	0,05	i.s.	i.s.

Rekondisjoneringsbehandling resulterte i signifikant større vekttap i alle chipssorter og pommes frites-sorten Gullflaks, sammenlignet med de andre temperaturstrategiene (tabell 6). Lang rekondisjonering (6 uker) ga størst vekttap i sortene Innovator, Zorba, Gullflaks, Lady Claire og Lady Britta.

## Konklusjon

Forsøkene viste at rekondisjonering kan redusere mengde reduserende sukker og mørkfarging i noen sorter til pommes frites og chips. Det ble også vist at noen chipssorter kan lagres ved 5 °C uten å utvikle mørkfarging, sukkerakkumulering og akrylamid over grenseverdien. Dersom man vil bruke rekondisjonering som metode for å få ned sukkerinnholdet og oppnå en lysere friteringsfarge anbefales det å være oppmerksom på groing på lager og økning i vekttap. Det anbefales derfor heller ikke å bruke mer enn tre uker med rekondisjonering. Rekondisjonering bør kun brukes som metode om det er absolutt nødvendig.

Prosjektet POTETFRIIT - bedre lagring av industripotet for mindre svinn, høyere kvalitet og redusert innhold av akrylamid (2019-2022) var finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri, og næringen ved HOFF SA, Maarud AS og Orkla/KiMs og deres potetprodusenter.