



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Arbeidsforbruk, frøavling og frøkvalitet ved ulike metoder for utvasking av frø fra svartsurbær (*Aronia melanocarpa*)

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 71 | 2023



Lars T. Havstad, Geir K. Knudsen, Trond Pettersen, Kristine Sundsdal, Tonje Vitsø og  
Trygve S. Aamlid  
Divisjon for matproduksjon og samfunn

**TITTEL/TITLE**

Arbeidsforbruk, frøavling og frøkvalitet ved ulike metoder for utvasking av frø fra svartsurbær (*Aronia melanocarpa*)

Labor use, seed yield and seed quality associated with different methods for washing out seeds from black chokeberry (*Aronia melanocarpa*)

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Lars T. Havstad, Geir K. Knudsen, Trond Pettersen, Kristine Sundsdal, Tonje Vitsø og Trygve S. Aamlid

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKTNR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
05.05.2023	9/71/2023	Åpen	52168	20/01257
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17-03295-3	2464-1162	18		

**OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:**

Eliteplanter Norge SA

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Anders Kristensen

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Eliteplanter, frøspiring, treaktige planter, stratifisering

Elite plants, seed germination, woody plants, stratification

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Korn og frøvekster

Grain and forage seed agronomy

**SAMMENDRAG:**

Høsten/vinteren 2022-2023 ble det utført et forsøk på NIBIO Landvik med ulike metoder for utvasking av frø fra bær av svartsurbær (*Aronia melanocarpa*), samt hvordan disse behandlingene påvirker frøets spireevne. Metodene var lett vasking (fjerning av plantesaft og mindre plantedeler) og grundig vasking (fjerning av plantesaft og det meste av fruktkjøttet), enten for hånd eller ved hjelp av en industrielt tilpassa vaskemaskin.

Tidsstudier, utregnet som arbeidstid (minutter) pr kg med friske bær, viste at den totale tida til utvasking og rensing av frø av svartsurbær ble omtrent halvert når det ble vasket med maskin sammenlignet med vasking for hånd, uansett hvor nøye/grundig vaskingen ble utført. Mest effektivt var det å maskinvaske ut frøet i en grundig prosess hvor plantesaft og mesteparten av fruktkjøttet ble fjernet før frørensing (6,5 minutter pr kg bær).

Under vaskeprosessen, både ved bruk av vaskemaskin og for hånd, ble det vasket ut mer frø (flotert bort sammen med fruktkjøttet) når det ble vasket grundig enn ved mer lett vasking. Ved maskinvasking utgjorde denne forskjellen 1 g frø pr kg bær (8%). Frøet som var igjen etter den grundige vaskingen var imidlertid tyngre og spirte bedre enn frøet som var lettere vasket. I middel for to ulike stratifiseringstider (90 og 120 dager), var spireevnen hos frø som var lett og grundig maskinvaska henholdsvis 65 og 77%.

Selv om spirehastigheten (opptelling etter 7 dager) var raskere hos frø som var stratifisert i 120 dager, var det ikke nødvendig med mer enn 90 dagers stratifisering for å oppnå maksimal spireevne.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

I middel for 4 ulike vaskemetoder var spireevnen etter opptelling etter 35 dager 66-67 % uansett om stratifiseringslengden var 90 eller 120 dager.

Ut fra en helhetsvurdering anses en forholdsvis grundig maskinvasking, med fjerning av plantesaft og mye av fruktkjøttet, som den mest effektive metoden ved utvasking av frø av svartsurbær. Noe frø vil gå tapt i en slik grundige renseprosess, men det tapte frøet er lett og har dårlig spireevne.

#### SUMMARY

In the autumn / winter of 2022-2023, an experiment was carried out at NIBIO Landvik, Grimstad, to investigate which methods are most efficient for washing out seeds from berries of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*), and how these methods affect seed germination. The methods were light washing (removal of berry juice and small plant parts only) and thorough washing (removal of berry juice and most of the pulp), either by hand or using an industrial washing machine.

Time registrations showed that the total time needed to accomplish both washing and the subsequent seed cleaning was approximately halved when using the washing machine compared to hand (manual) washing, regardless of how carefully/thoroughly the washing process was carried out. The most efficient method was to machine wash the seed thoroughly (6.5 minutes per kg of berries).

During the washing process, either by hand or machine, more seeds were lost with thorough than with light washing. When using the washing machine, the seed loss after thorough washing was 1 g per kg of berries (8%) compared to washing at a lighter regime. However, the thoroughly washed seed was heavier and germinated better than the seed that was washed more lightly. On average for two different stratification lengths (90 and 120 days), the germination of seeds that were light and thoroughly machine-washed was 65 and 77%, respectively.

Although the germination speed (counted after 7 days) was faster when the seeds were stratified for 120 than 90 days, the final germination capacity (counted after 35 days) was not affected by the stratification length. On average for 4 different washing methods, the germination capacity counted after 35 days was 66-67% regardless of seeds being stratified for 90 or 120 days.

Based on an overall assessment, thorough machine washing with berry juice and much of the pulp removed, is recommended for washing out seeds of black chokeberry. While some seed may be lost in such a thorough washing process, the lost seeds will usually be light or empty and have a poor germination capacity.

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Agder
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Grimstad
STED/LOKALITET:	NIBIO Landvik

GODKJENT / APPROVED



WENDY WAALEN

PROSJEKTLEDER / PROJECT LEADER



LARS T. HAVSTAD (lars.havstad@nibio.no)



# Innhold

1	Innledning.....	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Mål.....	6
2	Materiale og metoder .....	7
2.1	Forsøksplan.....	7
2.2	Beskrivelse av behandlingene .....	7
2.2.1	Lett manuell vasking (ledd 1) .....	7
2.2.2	Grundig manuell vasking (ledd 2).....	8
2.2.3	Lett maskinell vasking (ledd 3) .....	9
2.2.4	Grundig maskinell vasking (ledd 4) .....	10
2.3	Stratifisering .....	12
2.4	Spiretesting.....	12
3	Resultater og diskusjon .....	13
3.1	Arbeidsforbruk.....	13
3.2	Frøavling .....	13
3.3	Spireevne.....	14
3.3.1	Vaskemetoder .....	14
3.3.2	Stratifiseringslengde.....	15
3.3.3	Samspill vaskemetode x stratifiseringslengde .....	16
3.4	Konklusjon .....	16
	Litteratur .....	17



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Norske eliteplanter av trær og busker er utvalgt for dyrking under nordiske klimaforhold, og det er kun godkjente frøkilder og morplanter som kan brukes. Av eliteplanter av svartsurbær (*Aronia melanocarpa*) som selges i Norge er det to typer som er valgt ut. Disse er frøkilde (fk) Moskva E (bilde 1), som kan bli 2-3.5 m høy, og fk Hugin E som har noe mer kompakt vekst og kan bli 1 - 1,8 meter høy (Eliteplanter 2023).



Bilde 1. Svartsurbær fk Moskva E i dyrking på Dømmesmoen, Grimstad. Foto: Lars T. Havstad.

Oppformeringen skjer ved frø. I arbeidet med å komme fram til ferdig rensa frøvare har de høsta bærene først blitt knust (kvernet) og fruktkjøttet separert (fjernet) fra frøene ved håndvasking/flotering. Frøene har deretter blitt tørket før frørensing og endelig lagring/spiring (Sagaplant 2020). Arbeidet med å vaske ut frøene har vist seg å være en svært arbeidsom prosess.

I ett tidligere forsøk med manuell utvasking av frø av svartsurbær ble det prøvd å kutte ned på vasketida ved å vaske bærene mer forsiktig (kun fjerning av fruktsaft og noe fruktkjøtt) i stedet for den mer grundige vaskinga (fjerning av fruktsaft og det meste av fruktkjøttet) (Havstad et al. 2021). Forsøket viste at den totale arbeidstida med bærvasking og frørensing ble halvert fra 46 til 23,5 minutter pr. kg bær når det ble «lagt mindre vekt» på vaskejobben. I dette forsøket ble det ikke brukt kvern, men bærene ble knust ved stamping («trestokk») i bønne, noe som gjorde arbeidstida noe lenger «enn nødvendig».

For å gjøre vaskeprosessen mer effektiv er det ønskelig å erstatte den manuelle vaskingen med maskinvasking. Til vaskejobben kan det være aktuelt å prøve ut samme type vaskemaskin som brukes til industriell vasking av quinoa-frø for å fjerne/reducere innholdet av uønskede saponiner (Quiroga et al. 2015). Det finnes imidlertid ingen informasjon om hvordan slike vaskemaskiner egner seg til utvasking av frø fra lignoser som svartsurbær, verken med tanke på ev. arbeidsbesparing eller virkning på frøets spireevne.

Fra litteraturen er det kjent at frø av svartsurbær har en frøkvile som må brytes før spiring. Ifølge Brand (2017) er noe av frøkvilen knyttet til frøskallet. Forsøk i Aronia-arten *A. mitschurinii* viste at embryo spirte uten annen påvirkning hvis skallet var fjernet, mens det ikke var spiring hvis skallet var intakt. Brand (2017) fant også at 60 dager med kuldebehandling av fuktig frø (kald-stratifisering) var tilstrekkelig for å oppheve frøkvilen i amerikanske sorter av både *A. melanocarpa* og *A. mitschurinii*.

Temperaturen ved stratifiseringen i disse forsøkene ble ikke oppgitt. I den amerikanske håndboka for frø av treaktige planter anbefaler imidlertid Bonner & Karrfalt (2008) 90 til 120 dager med kald-stratifisering av frø av *Aronia melanocarpa* før såing. Til stratifisering er vanligvis temperaturer på mellom 1 og 5 °C optimalt, men inntil 10 °C kan være effektivt i noen Aronia-arter (Bonner & Karrfalt 2008).

Det tidligere vaskeforsøket (Havstad et al. 2021) gav ikke svar på om bærene bør vaskes forsiktig eller grundig for å beholde spireevnen, siden frøene spirte dårlig (4-7%) uansett vaskemetode. Ettersom lengste stratifiseringstid i dette forsøket kun var på 77 dager, altså kortere enn det som ble anbefalt av Bonner & Karrfalt (2008), kan den dårlige spiringen skyldes at tida til stratifisering ikke var lang nok til å oppheve frøkvilen. Det var derfor behov for mer kunnskap både om nødvendig varighet av stratifiseringen og om hvordan ulike vaskeregimer påvirker spireevnen hos frø av svartsurbær,

## 1.2 Mål

For å få mer informasjon om hvordan arbeidsforbruk (effektivitet), frøavling og spireevne påvirkes av ulike vaskeregimer (lett og grundig vasking), både når det vaskes for hånd og med industriell vaskemaskin, ble det høsten 2022 satt i gang et forsøk med utvasking av frø fra bær av svartsurbær. For alle behandlingene ble spireevnen hos frøet undersøkt både etter 90 og 120 dagers stratifisering.

## 2 Materiale og metoder

### 2.1 Forsøksplan

Bær av svartsurbær fk Moskva E ble høstet 30. august 2023 og lagret kjølig (0 - 4 °C) hos Grimstad planteskole og NIBIO Landvik fram til start av førsøket. Forsøksplanen, med nærmere beskrivelse av de ulike vaskebehandlingene (faktor 1), samt stratifiseringsstrategi av frøet etter utvasking/frørensing (faktor 2), er vist nedenfor.

#### **Faktor 1. Ulike behandlinger for utvasking av frø:**

- 1) Manuell lett vasking av 5 kg bær. Bærene kvernes to ganger før fruktsaft og mindre plantedeler vaskes forsiktig bort. Fruktkjøttet fjernes ikke. Etter endt vasking tørkes frømassen før rensing på vanlig luft/såld resemaskin.
- 2) Manuell grundig vasking av 5 kg bær. Bærene kvernes to ganger før de vaskes grundig for hånd med tanke på å fjerne saft, skall, fruktkjøtt, planterester etc. for mest mulig rein frøvare. Etter vasking tørkes frøene før rensing på vanlig luft/såld resemaskin.
- 3) Maskinell lett vasking av 20 kg bær. Bærene kvernes to ganger før de vaskes med maskin/sentrifuge. Hele frømassen etter sentrifugering tørkes for senere frørensing på luft/såld resemaskin.
- 4) Maskinell grundig vasking av 20 kg bær. Bærene kvernes to ganger før de vaskes med maskin/sentrifuge. Frømassen som er igjen etter sentrifugering vaskes grundig for hånd for mest mulig rein frøvare som beskrevet i ledd 2. Etter vasking tørkes frøene før rensing på vanlig luft/såld resemaskin.

#### **Faktor 2. Stratifisering av frøet etter utvasking/frørensing:**

- A. Frø stratifiseres i 90 dager ved 4°C i skåler med fuktig sand i klimaskap uten lys. Deretter spiring ved 20 °C og 8 t lys pr døgn (200  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) i klimaskap.
- B. Frø stratifiseres i 120 dager iht. til prosedyre beskrevet i ledd A (spiring til samme tid som ledd A (i samme klimaskap)).

De ulike behandlingene (8 kombinasjoner) ble prøvd ut i to omganger med vasking henholdsvis 26. september (gjentak 1) og 27. september (gjentak 2).

### 2.2 Beskrivelse av behandlingene

Metoder for vasking av bærene, frørensing og lagring fram til stratifisering er nærmere beskrevet for de ulike leddene nedenfor:

#### 2.2.1 Lett manuell vasking (ledd 1)

I begge gjentak ble bærene (5 kg) først kvernet i to omganger (bilde 2) før frømassen ble lagt i kar og spylt med vann før plantesaften og mindre plantedeler ble silt fra ved bruk av dørslag. Frøene og det meste av skall og fruktkjøttet ble liggende igjen i karet (ikke fjernet).

Etter at den lette vaskingen var ferdig ble frømassen (skall, fruktkjøtt og frøet), lagt til tørking ved romtemperatur (21 °C) fram til 3. oktober (bilde 7) da den tørre frømassen ble rensset på luft/såld forsøksrensemaskin (Westrup). Såldstørrelsene som ble brukt til rensingen var 4,0 mm (skumsåld), 2,0 (oversåld) og 0,6 mm (undersåld). Etter rensing ble frøet lagt i papirposer og lagret på frølageret på NIBIO Landvik (4°C, 30% RH) fram til stratifisering/spiretesting.



Bilde 2 (a og b). Bærene, uansett vaskemetode (ledd 1-4), ble kjørt gjennom denne kverna før vasking. Til høyre vises de roterende «kvernhjulene» som knuste bærene. Foto: Lars T. Havstad.

### 2.2.2 Grundig manuell vasking (ledd 2)

Etter kverning (bilde 2), ble frømassen skyllet/vasket for hånd i kar (bilde 3). Vaskingen innebar at det ble skiftet vann flere ganger til fruktkjøtt/lette frø fløt opp (flotering). Vaskeprosessen var grundig, slik at alle frøene ble vasket nærmest helt rene for fruktkjøtt før de ble lagt til tørking som beskrevet for ledd 1. Frørensing og lagring av det rensa frøet fram til stratifisering / spiretesing foregikk som beskrevet for ledd 1.





Bilde 3 (a og b). Grundig håndvasking av frømassen i kar (begge bilder). Foto: Geir K. Knudsen.

### 2.2.3 Lett maskinell vasking (ledd 3)

Etter to-gangers kverning av 20 kg aroniabær (bilde 2) ble frømassen overført til industri- vaskemaskinen (Leverandør: Maquinarias Innova, Peru, bilde 4), som ble fylt med vann (ca 625 liter) før vaskeprosessen ble igangsatt. Under vaskingen ble den tyntflytende frømassen kontinuerlig sirkulert gjennom rør på utsiden av maskinen, og tilbakeført til tanken, samtidig som vann/frømassen ble rotert av et «røreverk» plassert i bunnen av vasketanken (bilde 5). Selve vaskeprosessen av 20 kg bær ble stanset etter 20-25 minutter, og vann/frømassen ble da overført til sentrifuga (bilde 6a) hvor vannet ble sentrifugert bort fra frømassen gjennom et filter med maskevidde på 2 mm. Etter endt sentrifugering ble hele frømassen tørket (bilde 7) før frøet ble rensset og lagret som beskrevet for ledd 1.



Bilde 4. Maskinell utvasking av aroniabær (ledd 3 og 4). Selve vaskemaskin, som er plassert til venstre, er koblet til en sentrifuge (til høyre). Foto: Lars T. Havstad.

#### 2.2.4 Grundig maskinell vasking (ledd 4)

Vaske- og sentrifugeringsprosessen var den samme som i ledd 3.

Under sentrifugeringen ble frøene liggende igjen i bunnen av «filteret», mens mye av det lettere avfallet ble sittende fast høyere oppe. Av den grunn var det mulig å skrape vekk noe av avfallet fra den øvre filterdelen allerede etter endt sentrifugering. Etter at avfallet var fjernet ble den resterende frømassen tatt opp og ført tilbake til vaskemaskinen for en ny vaskerunde, men denne gangen var vasketiden kun 3-5 minutter. Den andre vaskerunden ble avsluttet med ny sentrifugering som igjen gjorde det mulig å fjerne enda mer avfall i fra øvre del av filteret, på samme måte som etter første vaskeomgang.

Det som var igjen av fruktkjøtt etc. etter den andre sentrifugeringen (bilde 6b) ble senere skyllet/vasket bort fra frøet i en grundig håndvask i kar (inkludert flotering etc.) iht. til prosedyre beskrevet for ledd 2.

Tørking av frømassen, frørensing og lagring av frøet fram til stratifisering/spiretesing foregikk som beskrevet for ledd 1.



Bilde 5. Maskinvasking av frømassen. Foto: Geir K. Knudsen.

Bortsett fra kverning av bærene, som ble utført av to personer, ble arbeidet med vasking, sentrifugering og frørensing utført av en person for alle behandlingene (likt for ledd 1, 2, 3 og 4). Tidsbruken ble notert for de ulike arbeidsoperasjonene.



Bilde 6 (a og b). Overføring av vann/frømasse fra vaskemaskinen til sentrifuga (til venstre). Frømassen, som var igjen i sentrifuga etter to omganger med grundig maskinvask (til høyre). Foto: Geir K. Knudsen.





Bilde 7. Tørking av frømassen etter lett maskinvasking av 20 kg bær (ledd 3, til venstre), grundig maskinvasking av 20 kg bær (ledd 4, nærmest til høyre), lett manuell vasking av 5 kg bær (ledd 1, bakerst til høyre) og grundig manuell vasking av 5 kg bær (ledd 2, i midten til høyre). Foto: Lars T. Havstad.

## 2.3 Stratifisering

Frøet ble sådd i skåler med fuktig sand (100 frø pr skål) og satt til stratifisering i 90 (ledd A) og 120 dager (ledd B) iht. til plan.

Stratifiseringen foregikk i klimaskap på NIBIO Landvik (til sammen 4 vaskemetoder x 2 gjentak (vaskeomganger) x 2 stratifiseringslengder (90 og 120 døgn) =16 skåler). Frøene ble dekt med et tynt lag med sand (0,5 cm) etter såing.

Stratifiseringsforholdene i klimaskapet ble justert til:

- 4 °C
- Ikke lys
- 95 % luftfuktighet

Det ble gjennom hele stratifiseringsperioden sjekket jevnlig at jorda (sandene) i pottene var fuktig.

Stratifiseringsperioden, som enten startet 17. oktober (ledd B) eller 16. november (ledd A) ble avsluttet samtidig 12. februar 2023, dvs. etter henholdsvis 120 og 90 dagers stratifisering.

## 2.4 Spiretesting

De 16 skålene med frø dekket med sand ble satt til spiring den 12. februar 2023.

Spiringsforholdene i klimaskapet ble justert til:

- 20 °C
- 200  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (lysintensitet)
- 8 t lys / 16 t mørke pr døgn
- 95 % rel. luftfuktighet

Det ble foretatt optelling av normale og abnorme spirer etter 7, 14, 21, 28 og 35 dager. Ved avslutning av forsøket (etter 35 dager) ble uspirte frø ikke undersøkt nærmere.

## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Arbeidsforbruk

Den totale arbeidstida som gikk med til kverning, vasking og frørensing av ett kg friske bær, uansett om det ble vasket lett eller grundig, var signifikant kortere når det ble vasket med maskin (ledd 3 og 4) sammenlignet med håndvasking (ledd 1-2) (tabell 1).

Mest tid (15,6 minutter pr kg bær) gikk det totalt med når bærene ble grundig vasket for hånd (ledd 2). Den grundige vaskingen gav renere frømasse, og dermed mindre behov for frørensing (kortere rensetid), men denne innsparingen ble tapt under den tidkrevende vaskeprosessen (lengre vasketid) (tabell 1). Dette er i samsvar med Havstad (2021) hvor også den lettere vaskingen viste seg å være mer effektiv enn den mer grundige vaskeprosessen når det ble vasket for hånd. Forskjellen i arbeidstid mellom de to vaskemetodene var faktisk enda større i dette forsøket (Havstad et al. 2021). Dette skyldes nok at knusing av bærene med «trestokk» i stedet for elektrisk kvern, særlig forlenget arbeidstida med å vaske frøene rene for fruktkjøtt etc. i den grundige vaskeprosessen.

Ved maskinvasking var det forholdsvis små forskjeller i total arbeidstid, men i motsetning til den manuelle vaskingen så kom den grundige vaskingen noe bedre ut tidsmessig (6,5 minutter pr kg bær) enn den lette vaskingen (7,1 minutter pr kg bær). Grunnen til at den grundige maskinvasken var så effektiv var særlig at mye av avfallet enkelt kunne skilles ut/skrapes bort i fra filteret allerede i sentrifugeringsprosessen, uten at frøene ble fjernet. I tillegg var det lite avfall i frømassen etter vaskingen, slik at behov for frørensing var lite (svært kort rensetid pr. kg bær) (tabell 1).

Det er også verdt å legge merke til at tida brukt til kverning pr kg bær ble signifikant redusert når bærmengden økte fra 5 (ledd 1-2) til 20 kg (ledd 3-4), dvs. at kverningen ble mer effektiv når bærmengden økte. Dette skyldes nok særlig at tida til rengjøring/vasking av kverna var den samme uansett bærmengde (dvs. mindre tid pr kg bær når bærmengden økte).

Tabell 1. Tidsforbruk (minutter) ved ulike utvaskingsmetoder for frø av svartsurbær (*Aronia melanocarpa*).

Metode for utvasking av frø	Tidsforbruk ved kverning, utvasking og rensing av frø (minutter pr kg friske bær)				
	Kvern- ing	Vask- ing	Tid totalt (kverning + vasking)	Frø- rensing	Tid totalt (kverning + vasking + frørensing)
1. Manuell. Lett vasking.	2.8	6.9	9.7	4.3	14.0
2. Manuell. Grundig vasking	2.8	11.3	14.1	1.5	15.6
3. Maskin. Lett vasking	1.0	4.0	5.0	2.1	7.1
4. Maskin. Grundig vasking	1.0	5.2	6.1	0.4	6.5
P%	<0.01	<1	<1	1.0	<0.1
LSD, 5%	1.0	1.4	1.5	1.5	0.9

### 3.2 Frøavling

Grundig vasking av bærpartiene, uansett om det ble vasket for hånd eller med maskin (ledd 2 og 4), førte til signifikant lavere avrensprosent (21-22 %) under frørensinga sammenlignet med bærpartier (ledd 1 og 3) som var lettere vasket (80-81 %) (tabell 2).



Ved rensing av partiene med mest avfall (ledd 1 og 3) ble det igjen en del urenheter (tørket fruktkjøtt og andre plantedeler) i frøvaren. Mest avfall etter frørensing (lavest renhetsprosent) var det i frøpartiet som var lett vasket for hånd (ledd 1). Det forholdsvis høye innholdet av tørre plantedeler (avfall) var nok grunnen til at vanninnholdet i dette partiet var signifikant lavere enn de andre frøpartiene (ledd 1 vs. ledd 2, 3 og 4) (tabell 2). For å oppnå tilsvarende renhet (99-100%) som partiene som var grundig vaska (ledd 2 og 4) måtte partiene som var lett vaska (ledd 1 og 3) ha blitt rensset på nytt (dvs. rensset i to omganger), noe som ville krevd enda mer arbeidsinnsats/tidsforbruk. Hardere frørensing (dvs. mer luft/ev. trangere såld) ville nok ha forbedret renheten av frøvaren men dette ville også ha ført til tap av mer frø.

Både ved handvasking og maskinvasking var det tendens (P%=8) til noe lavere frøavling av bærpartiene som var grundig vasket sammenlignet med rutene som var lett vasket (ledd 2 vs 1 og ledd 4 vs. 3). Grunnen til denne avlingsforskjellen var nok at mer frø gikk tapt, dvs. ble fjernet sammen med fruktkjøtt og annet avfall, i den grundige enn i den lette vaskeprosessen. Lavest frøavling ble berget for partiene som ble grundig vasket for hånd (ledd 2) (tabell 2). Siden avfallet ble fjernet ved flotering var det nok særlig lett frø, som fløt opp til overflaten, som ble tatt tatt bort i den grundige vaskeprosessen. Dette samsvarer med analysen av tusenfrøvekt som viste tendens (P%=8) til at grundig vaska frø var tyngre enn lettere vaska frø (ledd 2 og 4 vs. ledd 1 og 3) (tabell 2).

På rutene hvor det ble berget mest frø (ledd 1 og 3) var avlingsnivået 12-13 g frø pr kg friske bær (tabell 2). Dette er litt i underkant av avlingsnivået ( ca. 14 g frø/kg friske bær) i i det tidligere forsøket med bær høsta i 2020 (Havstad et al. 2021), noe som viser at frøavlingen varierer noe fra år til år avhengig av værforhold, pollinering etc.

Tabell 2. Avrens (%), renhet av frøvaren etter rensing (%), vanninnhold i frøvaren (%), frøavling (g/kg friske bær<sup>1</sup>) og tusenfrøvekt (mg) ved ulike utvaskingsmetoder for frø av svarturbær (*Aronia melanocarpa*).

Metode for utvasking av frø	% avrens	Renhet av frøvaren etter rensing (%)	Vann-innhold i frøvaren etter rensing (%)	Frøavling		Tusenfrøvekt (mg)
				g frø <sup>1</sup> /kg friske bær	Rel.	
1. Manuell. Lett vasking.	80.7	81.7	4.6	12.7	100	2502
2. Manuell. Grundig vasking	22.2	98.9	6.1	9.8	77	2582
3. Maskin. Lett vasking	80.3	91.3	6.4	12.9	102	2514
4. Maskin. Grundig vasking	21.3	99.6	6.8	11.9	94	2647
P%	<0.01	>20	4	8		8
LSD, 5%	3.4	-	1.3	-		-

<sup>1</sup>Justert til 100% renhet, 12% vann.

### 3.3 Spireevne

#### 3.3.1 Vaskemetoder

I middel for ulik stratifiseringstid var spirehastigheten etter 7 dager klart raskere hos frø som var grundig vasket, enten med maskin (ledd 4) eller for hånd (ledd 2), sammenliknet med tilsvarende frø som var lettere vasket (ledd 1 og 3). Denne forskjellen holdt seg gjennom resten av spireperioden (telling etter 14, 21, 28 og 35 dager men var bare signifikant ved første opptelling (etter 7 dager) (tabell 3).

Ved avslutning av forsøket var spireevnen hos grundig vasket frø på 76-77% (ledd 2 og 4), mens tilsvarende spireevne hos lett vasket frø varierte fra 48 (ledd 1) til 65 % (ledd 3). Siden noe av det lette («dårlige») frøet var fjernet i floteringsprosessen i den grundige vaskingen (tabell 2) har trolig det gjenværende frøet vært av bedre kvalitet enn frøet som ble lettere vasket. Muligens har også frøskallet blitt mer oppskrapet av den den grundige vaskingen, noe som også kan ha hatt en positiv påvirkning på spiringen (Brand 2017).



Bilde 8. Spiring etter 14 dager. I pottene nærmest var frøene vasket grundig, enten med maskin (t.v) eller for hånd (t.h), og stratifisert i 90 dager. Foto tatt 28. februar 2023 av Lars T. Havstad.

### 3.3.2 Stratifiseringslengde

Etter 7 dager var det signifikant raskere framspiring, i middel for ulike vaskemetoder, hos frøet som var stratifisert i 120 dager sammenlignet med frø som var tilsvarende behandlet i 90 dager (tabell 3). Flere av spirene som ble telt etter 7 dager kom fram allerede under stratifiseringsperioden, noe som tyder på at 120 dager var en unødvendig lang stratifiseringstid.

Det tok imidlertid ikke mer enn 14 dager før denne spireforskjellen var visket ut, og ved slutt av forsøket (etter 35 dager) var spireevnen 66-67 % uansett stratifiseringstid (tabell 3).

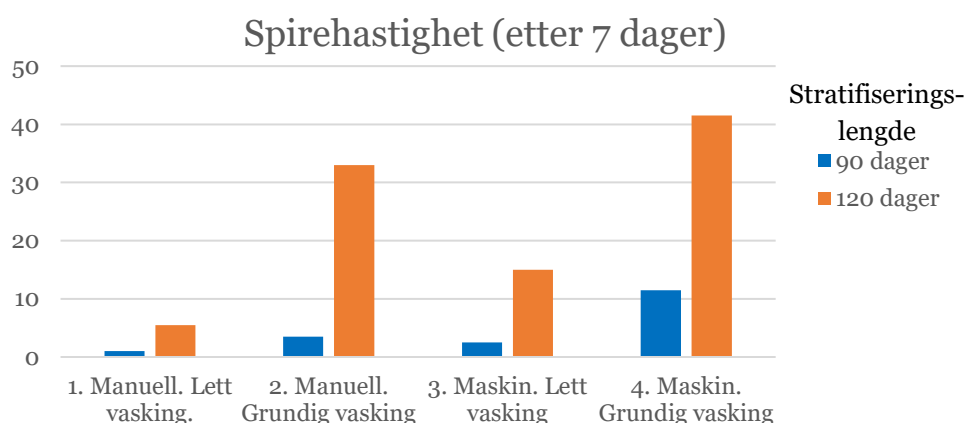
I en tidligere undersøkelse (Havstad et al. 2021) var det lite spiring hos frø av svartsurbær når stratifiseringsperioden var på 77 dager. Dette kan altså tyde på at stratifiseringskravet for svartsurbær fk Moskva er større enn 77 dager, og klart større enn de 60 dagene som ble rapportert av Brand (2017). Siden spireevnen, i middel for ulike vaskemetoder, var like stor etter 90 som etter 120 dager (tabell 3), tyder dette på at kravet for stratifisering hos fk Moskva ble innfridd etter 90 dager, og at en ytterligere forlengelse til 120 dager ikke var nødvendig. Dette er i samsvar med Bonner & Karrfalt (2008), som anbefalte en stratifiseringsperiode på 90-120 dager.

Tabell 3. Virkning av ulike utvaskingsmetoder og stratifiseringslengde på spireevnen (%) hos frø av svartsurbær (*Aronia melanocarpa*).

	Antall spirte frø ved telling etter					% abnorme spirer (etter 35 dg)	% uspirte
	7 dg	14 dg	21 dg	28 dg	35 dg		
<b>Vaskemetode:</b>							
1. Manuell. Lett vasking.	3	35	40	43	48	0	52
2. Manuell. Grundig vasking	18	66	71	72	76	1	23
3. Maskin. Lett vasking	9	50	58	61	65	1	34
4. Maskin. Grundig vasking	27	64	68	71	77	0	23
P%	1	8	11	11	8	20	8
LSD, 5%	13	-	-	-	-	-	-
<b>Stratifiseringslengde:</b>							
A 90 dager	5	55	60	63	66	0	34
B. 120 dager	24	53	58	61	67	1	32
P%	<1	>20	>20	>20	>20	>20	>20

### 3.3.3 Samspill vaskemetode x stratifiseringslengde

Ved opptelling av spirer etter 7 dager var det tendens ( $P=8$ ) til samspill mellom vaskemetode og stratifiseringslengde (figur 1). Samspillet viste at lang (120 dager) stratifisering kombinerte med frø av god kvalitet fra grundige vasking (ledd 2 og 4), var gunstig for rask framspiring (spirehastighet).



Figur 1. Virkning av ulike utvaskingsmetoder og stratifisering på spirehastigheten (%) hos frø av svartsurbær (*Aronia melanocarpa*) ved opptelling av spirer etter 7 dager.

Senere i registreringsperioden var det ingen tilsvarende tendens til samspill mellom vaskemetode og stratifiseringslengde. Både etter 14, 21, 29 og 35 dager spirte frøet som var grundig vasket (ledd 2 og 4) bedre enn frøet som var lett vasket (ledd 1 og 3) uansett stratifiseringslengde (data ikke vist).

## 3.4 Konklusjon

Ut fra en helhetsvurdering anses en forholdsvis grundig maskinvasking, med fjerning av plantesaft og mye av fruktkjøttet, som den mest effektive metoden ved utvasking av frø av svartsurbær. Noe frø vil gå tapt i en slik grundige renseprosess, men det tapte frøet er lett og har dårlig spireevne.

# Litteratur

- Brand, M.H. 2017. Propagation of Aronia by seed, cuttings, tissue culture and grafting. ISHS Acta Horticulturae 1174: Proceedings of the 2016 Annual Meeting of the International Plant Propagators' Society
- Bonner, F.T. & Karrfalt, R.P (eds.) 2008. The woody plant seed manual. Agriculture handbook no. 727. United States Department of Agriculture, Forest Service. Washington, D.C. 20402. 1228 sider.
- Eliteplanter 2023. Hentet fra internett: <https://eliteplanter.no/planter/>.
- Havstad, LT, Pettersen, T. Sundsdal, K. & Aamlid, T.S. 2021. Virkning av ulike metoder for utvasking av frø fra bær av svartsurbær (*Aronia melanocarpa*), samt ulik stratifisering, på frøets spireevne. NIBIO Rapport 7/64/2021
- Quiroga, C.; Escalera, R.; Aroni, G.; Bonifacio, A.; Gonzalez, J. A.; Villca, M.; Saravia, R.; Ruiz, A., 2015. Traditional processes and technological innovations in quinoa harvesting, processing and industrialization. In: FAO & CIRAD (Eds). State of the Art Report on Quinoa around the World in 2013, p. 218-249. Rome
- Sagaplant. 2020. Personlig informasjon.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.