



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för mark och miljö

Att gro eller inte gro – en studie i temperaturens påverkan på groningen hos soja

*To germinate or not – a study on the impact of temperature on
germination of soybeans*

Thomas Elwing

Kandidatuppsats i miljövetenskap
Kandidatprogrammet – Biologi och miljövetenskap

Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU
2016:17

Uppsala 2016

Att gro eller inte gro – en studie i temperaturens påverkan på groningen hos soja

To germinate or not – a study on the impact of temperature on germination of soybeans

Thomas Elwing

Handledare: Anna Mårtensson, institutionen för mark och miljö, SLU
Biträdande handledare: Fredrik Fogelberg, JTI
Examinator: Bo Stenberg, institutionen för mark och miljö, SLU

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i miljövetenskap – kandidatarbete
Kurskod: EX0688
Program/utbildning: Kandidatprogrammet Biologi och miljövetenskap 180 hp

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2016
Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU
Delnummer i serien: 2016:17
Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: jord, edamame, lantbruk, klimatanpassning, frö

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Sammanfattning

Med ett klimat i förändring kommer nya utmaningar för svenska jordbruket i form av hur det bäst utnyttjar en längre växtsäsong och hur det anpassar sig till en annorlunda väderlek. Ett led i anpassningen är att utöka den inhemska sojaproduktionen. Soja har lägre behov av kvävegödsling och kan minska behovet av gödsling för efterkommande grödor. Grödan är också ett livsmedel med bland annat högt proteininnehåll och flera viktiga mineraler. Denna studie undersökte hur temperatur påverkade groningen hos fyra olika sojasorter, Be Sweet, Envy, Midori Giant och SL. Sorterna såddes i två jordar, vid fyra temperaturer (5, 10, 15 och 20°C) och i två omgångar med olika inledande förhållanden. I första omgången såddes Be Sweet, Envy och SL i alla fyra temperaturerna. SL var den sort som grodde mest med över 90 % groningen i de tre högre temperaturerna och 78 % i den lägsta. Be Sweet grodde i liten mängd och Envy grodde inte alls. I andra omgången utnyttjades de tre högsta temperaturerna och då inkluderades även sorten Midori Giant. Även i andra omgången var SL överlag den sort som grodde mest, följt av Midori Giant. I 10°C grodde 64 % för SL, i 15°C 89 % och i 20°C grodde 96 %. För Midori Giant var andelen grodda vid motsvarande temperaturer 71 %, 82 % och 87 %. Även i andra omgången grodde Be Sweet i liten mängd och Envy inte alls. Resultaten från studien modellerades i statistikprogrammet JMP. Resultatet visade att temperatur är en viktig faktor för groningen och att ena jorden i studien hade en större positiv inverkan på groningen än den andra. Slutsatsen blev att högre temperatur ger större mängd grodda frön och att av de fyra observerade sorterna av soja var SL den som grodde mest.

Nyckelord: jord, edamame, lantbruk, klimatanpassning, frö

Abstract

As the climate changes, Swedish agriculture faces new challenges; primarily how to best take advantage of a longer growing season and how to best adapt to different weather. One step towards adaptation is to increase the national soy production. Soy has a lower need for nitrogen fertilizing and decreases the need for following crops to be fertilized. Soybean is also a food with, among other perks, a high amount of protein and several important minerals. This study focused on how temperature affected the germination of four types of soy: Be Sweet, Envy, Midori Giant and SL. The seeds were sown in two kinds of soil and four temperatures (5, 10, 15 and 20°C). Two batches with different initial conditions were used. The first batch included Be Sweet, Envy and SL, sown in all four different temperatures. SL was the type which grew the most with over 90 % germination in the three warmer temperatures and 78 % in the coldest. Only a small amount of Be Sweet germinated, with Envy failing to germinate altogether. All four kinds of soy were included in the second batch, but no seeds were sown in 5°C. As with the first batch, SL proved to be the type which germinated with the highest frequency, followed by Midori Giant. 64 % of SL germinated in 10°C, 89 % in 15°C and 96 % germinated in 20°C. For Midori Giant the amount of germinated seeds for each corresponding temperature were 71 %, 82 % and 87 %. Only a small amount of Be Sweet germinated, with Envy once again not germinating at all. The results from the study were modelled in the statistics program JMP. The model showed that temperature is an important factor for germination and that one of the soils had a larger positive effect on the germination than the other. It can be concluded that increased temperature increases the amount of germinated seeds and that amongst the four observed kinds of soy were SL the one which germinated the most.

Keywords: soil, edamame, agriculture, climate adaptation, seed

Tabellförteckning	1
Figurförteckning	2
Förkortningar/Fackord	3
1 Inledning	5
1.1 Soja i Sverige	5
1.2 Vad styr groningen?	7
1.3 Studien	7
2 Metod	9
2.1 Omgång 1: Temperaturens betydelse för uppkomst av soja – bevattning vid sådd	10
2.2 Omgång 2: Temperaturens betydelse för uppkomst av soja – bevattning av jorden innan sådd	10
3 Resultat	11
3.1 Omgång 1: Temperaturens betydelse för uppkomst av soja – bevattning vid sådd	12
3.2 Omgång 2: Temperaturens betydelse för uppkomst av soja – bevattning av jorden innan sådd	18
4 Diskussion	23
4.1 Omgång 1: Temperaturens betydelse för uppkomst av soja – bevattning vid sådd	24
4.2 Omgång 2: Temperaturens betydelse för uppkomst av soja – bevattning av jorden innan sådd	25
4.3 Felkällor	26
4.4 Nya tester	27
5 Slutsats	29
Referenser	30
Icke publicerat material	31

Tabellförteckning

Tabell 1. Data för de båda jordarna.	9
Tabell 2. Resultat av ANOVA, med de olika behandlingarnas effekter på groningen i omgång 2.	11
Tabell 3. Antal dagar innan maximalt uppmätta groningenar mätts i omgång 1.	12
Tabell 4. Procent frön som grott vid omgång 1:s slut.	13
Tabell 5. Andel frön som grott, men ej bildat sitt första bladpar.	13
Tabell 6. Antal dagar innan maximalt uppmätta groningenar mätts i omgång 2.	18
Tabell 7. Procent frön som grott vid omgång 2:s slut.	19
Tabell 8. Andel frön som grott, men inte bildat sitt första bladpar	19
Tabell 9. Data över uppmätta temperaturer i omgång 1.	26
Tabell 10. Data över uppmätta temperaturer i omgång 2.	27

Figurförteckning

<i>Figur 1.</i> Analys på de olika temperaturernas inverkan på groningen i omgång 2.	12
<i>Figur 2.</i> Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 5°C i omgång 1.	14
<i>Figur 3.</i> Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 10°C i omgång 1.	15
<i>Figur 4.</i> Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 15°C i omgång 1.	16
<i>Figur 5.</i> Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 20°C i omgång 1.	17
<i>Figur 6.</i> Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 10°C i omgång 2.	20
<i>Figur 7.</i> Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 15°C i omgång 2.	21
<i>Figur 8.</i> Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 20°C i omgång 2.	22

Förkortningar/Fackord

BS	Soja, <i>Glycine max</i> var. Be Sweet
DF	Frihetsgrader
En	Soja, <i>Glycine max</i> var. Envy
Grodd	Frö vars stam brutit jordytan
MG	Soja, <i>Glycine max</i> var. Midori Giant
Min	Mineraljord
S-Jord	Planteringsjord med namnet S-Jord
SL	Soja, <i>Glycine max</i> var. SL
SS	Sum of squares

1 Inledning

Världen är en föränderlig plats. Klimatförändringarna gör världen varmare vilket leder till nya utmaningar, inte minst för jordbruket. Framtida somrar kommer bli blötare, varmare och mer torra (Jordbruksverket, 2016a), det vill säga att det kommer regna mer intensivt, samtidigt som regnet avdunstar snabbare. Påverkan det ändrade klimatet kommer att få på jordbruket är flera, bland annat att växtsäsongen kommer bli längre och att växterna kommer öka sin produktivitet (Hall *et al.*, 2015). Med en längre växtsäsong kan behovet av gödsling bli större än idag och detta tillsammans med intensivare nederbörd kan leda till att mer näringsämnen sköljs bort innan grödan har möjlighet att ta upp dem.

För att motverka en del av behovet att gödsla, kan baljväxter, till exempel ärtor, klöver och soja, introduceras i växtföljden för att minska behovet av kvävegödsling. Många av baljväxterna ingår i symbios med *Rhizobium*-bakterier (Carlsson, 2012). Bakterierna tar upp kvävgas (N_2) ur luften och gör om gasen till ammoniumjoner (NH_4^+), vilket är mer lättanvändbart för växterna (Miladinovic *et al.*, 2011). Kväveupptaget är dels direkt till nytta för baljväxten, men kan också bli till nytta för på platsen framtida grödor då de delar av växten som inte skördas, förmultnar och släpper ifrån sig sitt kväve.

1.1 Soja i Sverige

Redan i början på 1940-talet utfördes provodlingar med soja på Öland och i Östergötland. De sorter man hade då var inte så köldtåliga som de som finns idag och dåliga resultat i provodlingar under 1970-talet ledde till en negativ inställning till att odla soja i Svenskt klimat. Under 2000-talet påbörjades nya provodlingar som gav skördar runt 1,6 ton per hektar (Fogelberg, 2009). Sveriges 1,6 ton per hektar kan jämföras med EU:s skörd av sojabönor vilket mellan åren 2000 och 2013 i medelvärde var 1,7 ton per hektar (FAOSTAT, 2016).

Sverige importerar årligen 385 000 ton sojaprodukter där det mesta går till djurfoder (TT, 2010). Ett stort problem är att största delen av sojan som konsumeras i

Sverige importeras från Sydamerika vilket leder till belastningar för miljön genom långa transporter och risken av höjda halter av kadmium i marken (Heimer, 2010).

Med ökad odling av sojabönor i Sverige skulle man minska problemen och osäkerheten som kommer av den importerade. Soja kan odlas ända upp till Mälardalen och fortfarande nå full mognad (JTI, 2016). För att öka möjligheten att sojan når den mognad man önskar innan säsongen tar slut, kan man välja att göra edamame av bönorna. Edamame innebär att bönorna skördas tidigare och sedan blancheras.

Soja används idag i stor utsträckning som foder men är också ett utmärkt som livsmedel för oss människor, bland annat innehåller den 38-44% protein, flera viktiga mineraler och vitamin B9. Dessutom har den en viss positiv påverkan på personer som drabbats av diabetes (Karlström et. al. 1987). I Sverige äter man mellan 50 och 55 kilo kött per person och år samtidigt som det rekommenderas att man äter runt 26 kilo per person och år (Jordbruksverket, 2016b). Soja kan användas som en alternativ proteinkälla gentemot kött, då den innehåller 38-44 % protein mot fläsk, nöt och kyckling vars proteinnivåer ligger mellan 20 och 30 % (Livsmedelsverket, 2016).

Idag genmodifieras grödor för att till exempel öka motståndskraften mot sjukdomar eller för att öka näringsinnehållet. Det finns en oro för vad de genmodifierade grödorna kan göra om de blir för motståndskraftiga (till exempel sprida sig i naturen och slå ut lokal flora) och hur de påverkar konsumenten efter att de konsumerats. Den oron leder till att konsumenter väljer att köpa produkter som inte är modifierade, även om de kostar lite mer. I Sverige får branscher själva välja inställning till och eventuella restriktioner mot genmodifierade produkter. Till exempel Svensk Mjölk har valt att inte vilja köpa in mjölk från kor som utfodrats med modifierade grödor. Då odling av modifierade grödor blivit mer populärt i världen, har det blivit svårare och dyrare för mjölkbönder att köpa foder som inte modifierats. Fodret till mjölkkor består idag till stor del av soja och andelen hektar där det odlats icke modifierad soja i världen sjönk från 57 % 2002 till 35 % 2008 (Loxbo, 2009).

Svensk produktion av icke modifierad soja som foder skulle ha svårt att täcka hela det nationella behovet, men skulle öka i värde ju dyrare den importerade sojan blir. Då det i Sverige finns ett stort intresse bland konsumenter av icke genmodifierade och inhemskt producerade produkter finns det möjligheter för en marknad för Svenska sojaprodukter som livsmedel.

1.2 Vad styr groningen?

Jorden man sår soja i påverkar i stor grad om och i vilken mängd fröerna gror. En bra jord att så i bör vara väl-dränerad och inte ha alltför hög halt finare partiklar som mjåla och ler. Med bra dränering blir det enklare för syre och vatten att komma ner till de blivande rötterna, men det blir också enklare för överflödigt vatten att rinna undan så inte frön eller rötter dränks. Halten finare partiklar har betydelse för huruvida toppskiktet bildar en hård skorpa vid varmare väder. Skorpan kan hindra fröets stam (hypokotyl) och eventuellt skada den (Gundersen, 2013). Studier har visat att frön gror snabbare och i större mängd i jordar med i majoritet 1-2 millimeter stora aggregat (Braunack, 1994)

Temperaturen påverkar huruvida fröet bryter sin frövila och börjar gro, men påverkar också hur mycket fukt fröet tar upp från omgivande substrat. För groningen anses 10°C vara minimum för att sojan ska gro alls, men äldre studier visar att soja även kan gro vid 6-7°C (Enken 1959 se Miladinovic *et al.*, 2011). Vad som anses vara optimum för sojans groningen skiljer sig mellan olika författare, men anses ligga mellan 20-22°C (Miladinovic *et al.*, 2011) och 28°C. Vid högre temperaturer än optimumtemperaturen, tar det längre tid för sojan att gro och antalet frön som gror minskar.

För att bryta frövilan behöver fröet förutom en bra temperatur också en viss mängd fukt i jorden. Vatten tas upp av fröet och sätter igång kemiska och biologiska processer som får fröet att gro. Med mer vatten i jorden, tar fröet upp mer vatten och gror snabbare, till exempel ger 20 % fuktighet i jorden nära dubbla vattenuptaget jämfört med 5 % fuktighet i jorden (Tyagi & Tripathi, 1983). 25 % eller mer fukt i jorden rekommenderas (Braunack, 1994).

1.3 Studien

Studien fokuserade på temperaturens roll vid groningen med hypotesen att soja gror olika vid olika temperaturer. Frågeställningarna som var i fokus var:

- Vid vilken temperatur gror det mest?
- Vilken är kombinationen av sojasort, temperatur och jord ledde till mest grodda frön?
- Finns det skillnader vid vilken temperatur olika sorter gror mest?

Inledningsvis såddes Be Sweet, Envy och SL vid fyra olika temperaturer och deras groningen observerades sedan under 50 dagar. 22 dagar efter studiens start såddes en andra omgång frön tillsammans med en fjärde sort, Midori Giant. Förhållandena mellan omgångarna skilde sig i att fuktigheten i jorden i den andra omgången var

inledningsvis högre än hur den var i den första omgången, fler sorter ingick i den andra omgången och att den andra pågick under 28 dagar.

2 Metod

Till studien användes mineraljord i form av en styv lerjord från Kungsängen i Uppsala, S-Jord (planteringsjord) från Hasselfors Garden (tabell 1), plastkrukor från Göttinger (11*11*12 cm) och fyra växthuskamar med förinställda temperaturer (5, 10, 15 samt 20°C). Växtmaterialet utgjordes av fyra sorters soja (*Glycine Max*), Be Sweet, Envy, Midori Giant och SL. SL är en sort framtagen för foder emedan de tre andra sorterna är framtagna för edamame.

Tabell 1. Data för de båda jordarna. Tot-N% visar andelen kväve i jordarna, Tot-C% visar andelen kol och pH visar hur sura/basiska jordarna är. Mängden kol i S-Jord är ej känd

Jord	S-Jord	Mineraljord
Tot-N%	0,65	0,26
Tot-C%	-	2,48
pH	6,00	5,76

Första omgången frön vattnades direkt efter sådd. Jordarna var torra då både förpackningarna med S-Jord och behållarna med mineraljorden förvarats inomhus. En andra omgång preparerades sedan för att visa om det fanns någon tydlig skillnad i groningen mellan jordar med inledningsvis olika mängd fukt. I andra omgången preparerades krukorna nio dagar innan sådd. Krukorna vattnades direkt efter prepareringen och också fem dagar efter prepareringen.

De insamlade resultaten analyserades vid studiens slut i en ANOVA (Analysis of Variance) i statistikprogrammet JMP version Pro 11 (SAS Institute, Cary, USA). En linjär modell med fixerade effekter av temperatur, jordar och de båda sorterna Midori Giant och SL, som jämfördes med antalet grodda frön i varje enskild kruka. Dessutom analyserades huruvida de olika temperaturerna hade signifikanta skillnader gentemot varandra i hur de påverkade groningen.

2.1 Omgång 1: Temperaturen betydelse för uppkomst av soja – bevattning vid sådd

Omgången inleddes den 24 mars och avslutades den 13 maj. Till försöket användes Be Sweet, Envy och SL. 120 krukor preparerades, i 60 lades det i två till tre centimeter S-Jord för att sedan fyllas med mineraljord. Att det lades i lite S-Jord först var för att hindra den mer aggregerade mineraljorden från att komma igenom hålen i botten av krukorna. De övriga 60 krukorna fylldes med enbart S-Jord. I krukorna placerades därefter nio frön på tre centimeters djup, fröernas placering markerades med en tandpetare. Krukorna blev sedan slumpmässigt utplacerade på bänkar i de olika växthuskamrarna. För varje sort blev det nio frön per kruka, fem krukor per jord, två jordar per temperatur och fyra temperaturer. Krukorna vattnades direkt efter sådd sedan efter behov var 2-6e dag.

2.2 Omgång 2: Temperaturen betydelse för uppkomst av soja – bevattning av jorden innan sådd

Krukorna preparerades den 6 april, fröerna såddes den 15 april och omgången avslutades den 13 maj. Till försöket användes samma sorter som i omgång 1, Be Sweet, Envy och SL, samt en fjärde sort Midori Giant. 110 krukor preparerades på samma sätt som i omgång 1. Krukorna vattnades och fördelades sedan mellan temperaturerna med 15 krukor per jord i 10°C och 20 krukor per jord i 15°C och 20°C.

Fem dagar efter prepareringen vattnades krukorna i de båda varmare temperaturerna. Nio dagar efter att krukorna preparerats, såddes fröerna. I 15°C och 20°C såddes Be Sweet, Envy, Midori Giant och SL med nio frön per kruka, fem krukor per jord och två jordar per temperatur. I 10°C såddes Be Sweet, Midori Giant och SL med samma fördelning som i de båda varmare temperaturerna, men inga frön av Envy såddes. Efter sådd, placerades krukorna slumpmässigt på samma bänkar som användes i omgång 1, sedan vattnades krukorna i 20°C och 15°C direkt efter sådd och de i 10°C efter sex dagar. Därefter vattnades de efter behov var 2-6e dag.

3 Resultat

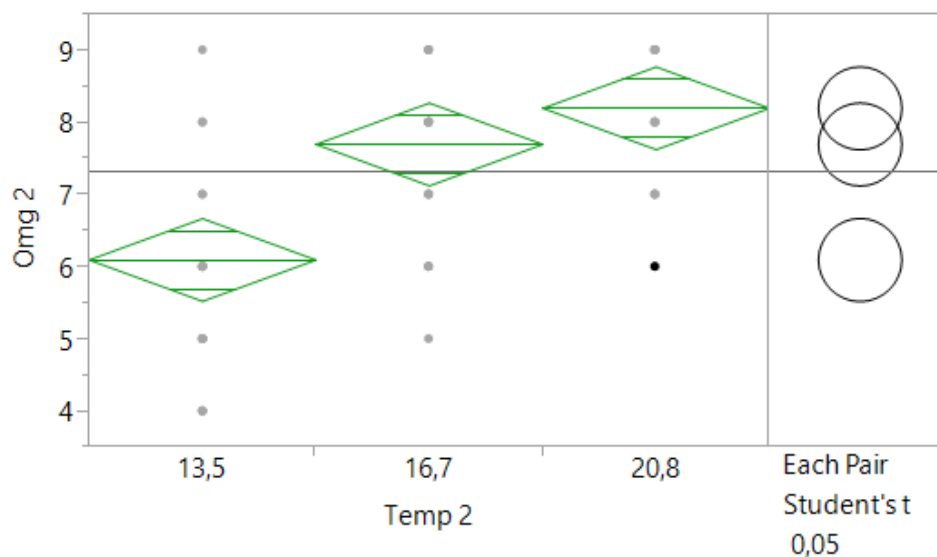
Antalet grodda frön noterades med två till fyra dagars mellanrum. Med grott frö menas i detta fall då fröets stam brutit genom jordytan. Omgång 1 varade under 50 dagar och omgång 2 varade 28 dagar. Vid redovisningen av resultatet i följande tabeller, innebär 100 % att samtliga fröer har grott. Där spridning nämns, åsyftar det skillnaden i antalet grodda frön mellan krukorna.

I tabell 2 framgår att temperaturen och jorden har en stor positiv inverkan på groningen. Dessutom finns det en signifikant skillnad mellan jordarna, hur de påverkar groningen i de båda sorterna. Speciellt Midori Giant grodde bättre i S-Jord än i mineraljord.

Tabell 2. Resultat av ANOVA, med de olika behandlingarnas effekter på groningen i omgång 2. DF står för frihetsgrader och SS står för Sum of Squares

Parameter	DF	SS	F-kvot	P-Värde
Sort	1	1,07	1,07	0,3221
Temp	2	48,1	22,6	<0,0001
Jord	1	8,07	7,56	0,0083
Temp*Sort	2	5,73	2,69	0,0779
Jord*Temp	2	5,73	2,69	0,0779
Sort*Jord	1	19,3	18,1	0,0001

I Sum of Squares har modellen räknat ut spridningen bland grodda frön i samband med respektive parameter. Ju större SS är än ett, desto större är spridningen bland groddarna. F-kvoten är resultatet av jämförelser mellan medelvärden i antalet grodda frön mellan krukorna och medelvärden i antalet grodda frön inom krukorna. Om kvoten är nära ett, innebär det att medelvärdena inom och mellan krukorna är lika och att det inte är någon större spridning i groningen. P-värdet visar hur troligt det är att om man gör samma analys igen, får man ett mer extremt värde. Ett värde mindre än 0,05 anses vara statistiskt signifikant.



Figur 1. Analys på de olika temperaturernas inverkan på groningen i omgång 2. 13,5 16,7 och 20,8 är de medeltemperaturerna för 10°C, 15°C och 20°C.

En analys på de individuella temperaturernas inverkan på groningen hos Midori Giant och SL gjordes. Cirklarna på höger sida representerar, med början av den nedersta cirkeln, 10°C, 15°C och 20°C. Analysen visade att det i 10°C grodde signifikant långsammare jämfört med 15°C och 20°C.

3.1 Omgång 1: Temperaturens betydelse för uppkomst av soja – bevattning vid sådd

Tabell 3 visar hur många dagar det tog för de frön som grott under studien att gro.

Tabell 3. Antal dagar innan maximalt uppmätta groningen mätts i omgång 1. De fält som har enbart ett ”-” visar att inga frön grott.

Vä.ka	SL, S-Jord	SL, Min	En, S-Jord	En, Min	BS, S-Jord	BS, Min
5°C	25	36	-	-	-	41
10°C	22	28	-	-	-	-
15°C	18	11	-	-	18	15
20°C	8	15	-	-	18	8

I tabell 4 visas andelen frön som grott efter det antal dagar som visas i tabell 4.

Tabell 4. Procent frön som grott vid omgång 1:s slut. S-Jordkolumnerna är för planteringsjorden och Min-kolumnerna är för mineraljorden, emedan Tot-kolumnerna visar totala procenten för varje enskild sort. Med 100 % menas att samtliga frön för sorten har grott.

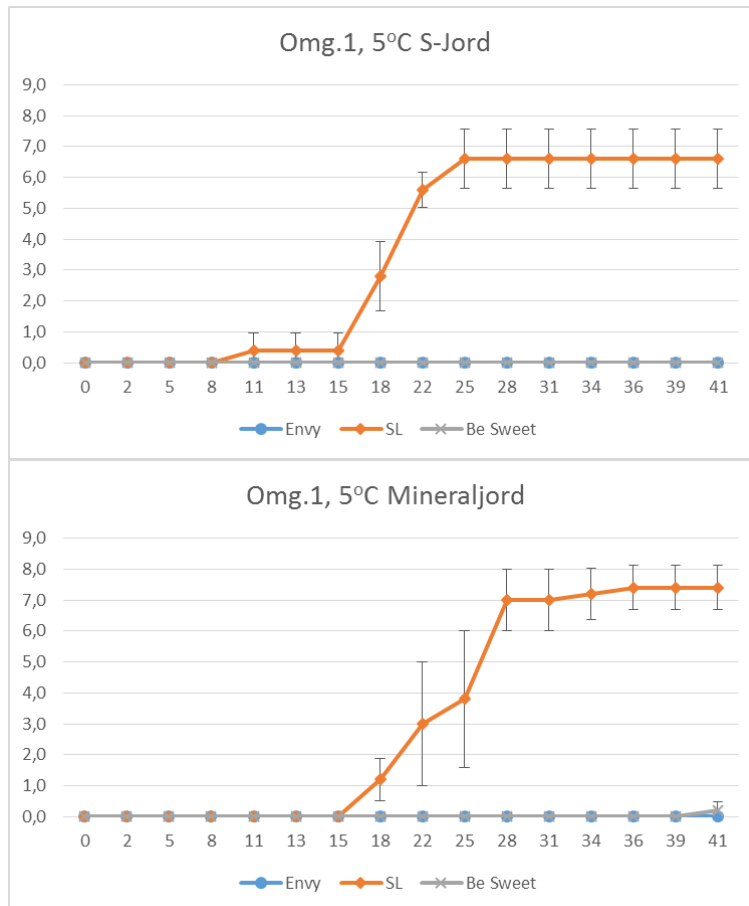
Vä.ka.	%SL, S- Jord	%SL, Min	%SL, Tot	%En, S- Jord	%En, Min	%En, Tot	%BS, S- Jord	%BS, Min	%BS, Tot
5°C	73,3	82,2	77,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	1,1
10°C	97,8	88,9	93,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15°C	93,3	93,3	93,3	0,0	0,0	0,0	6,7	13,3	10,0
20°C	100,0	97,8	98,9	0,0	0,0	0,0	11,1	8,9	10,0

Inte alla frön som grott klarade att bilda sitt första bladpar. Tabell 5 visar den procent av groddar som inte klarat av detta. Det berodde antingen på att grodden vissnat eller att grodden inte hunnit bilda sitt första bladpar innan studiens slut. I 5°C grodde bara ett Be Sweet. Fröet hann inte bilda blad eller vissna innan omgångens slut, därav den höga procenthalten.

Tabell 5. Andel frön som grott, men ej bildat sitt första bladpar.

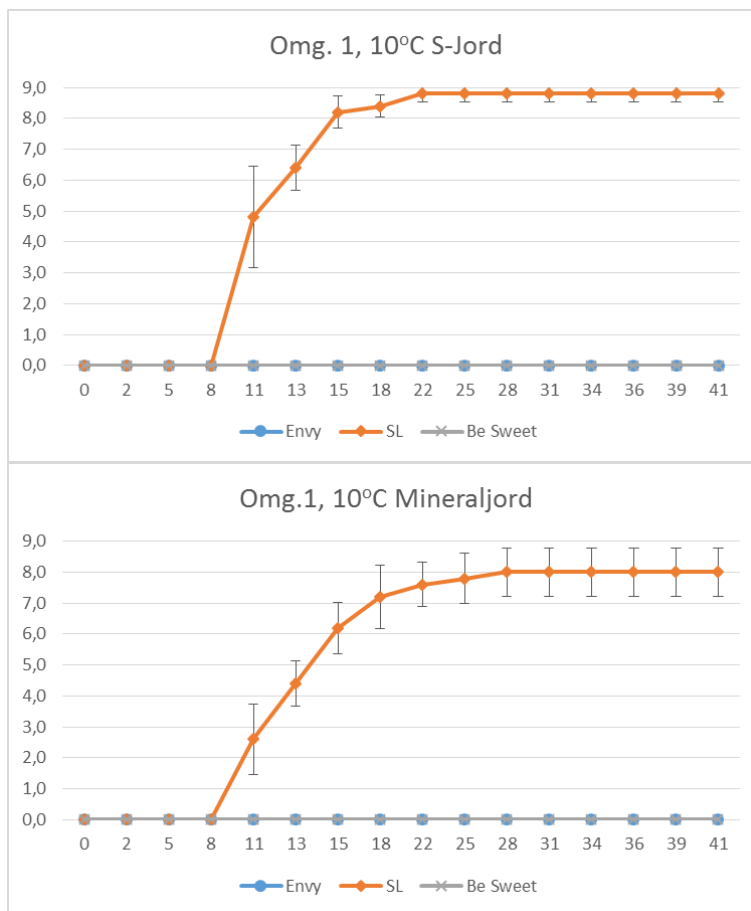
Vä.ka.	%SL, S- Jord	%SL, Min	%SL, Tot	%En, S- Jord	%En, Min	%En, Tot	%BS, S- Jord	%BS, Min	%BS, Tot
5°C	18,2	10,8	14,3	-	-	-	-	100,0	100,0
10°C	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
15°C	4,8	7,1	6,0	-	-	-	66,7	16,7	33,3
20°C	0,0	0,0	0,0	-	-	-	25,0	25,0	11,1

Figur 2 visar gröningsutvecklingen för de båda jordarna i 5°C i omgång 1. SL började gro tidigare i S-Jord men tillväxten ökade som mest vid samma tidpunkt som mineraljorden. Spridningen i hur många frön som grott i varje kruka var till en början större i mineraljorden, men blev på slutet mindre än spridningen i S-Jord. Efter 41 dagar grodde ett Be Sweet i mineraljorden.



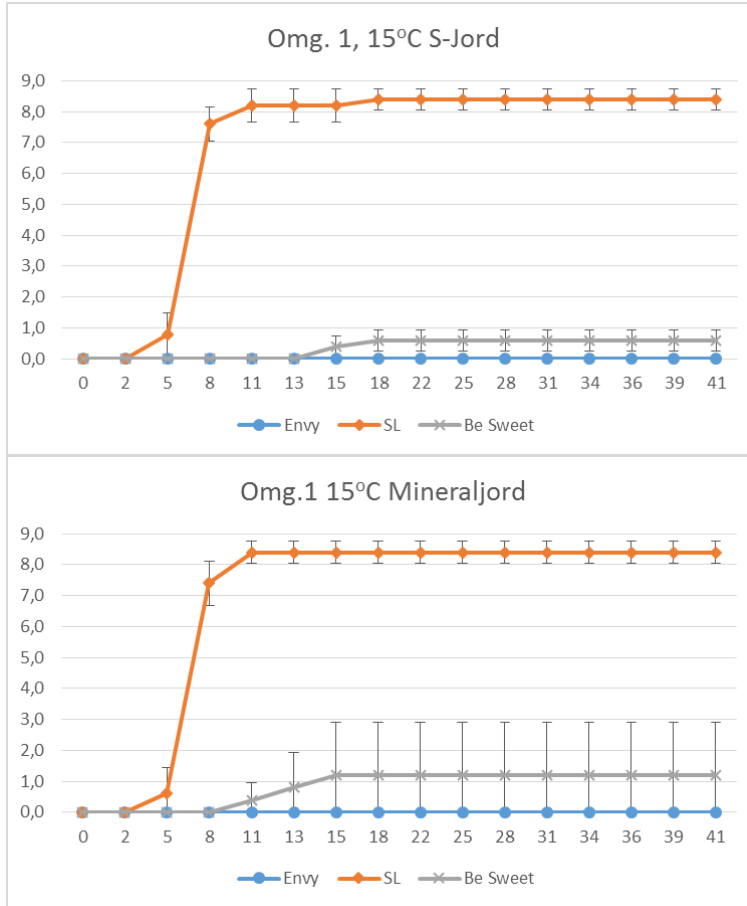
Figur 2. Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 5°C i omgång 1. Y-axeln visar den genomsnittliga mängden frön i krukorna. X-axeln visar antalet dagar efter sådd. Klammarna vid varje punkt visar standardavvikelsen från den genomsnittliga mängden, det vill säga spridningen mellan hur många frön det är i varje kruka.

I figur 3 visas gröningsutvecklingen för de båda jordarna i omgång 1 vid 10°C. SL började gro vid samma tidpunkt i de båda jordarna, men gröningshastigheten var snabbare i S-Jord. Spridningen mellan krukorna var mindre i S-Jord. Varken Be Sweet eller Envy grodde alls.



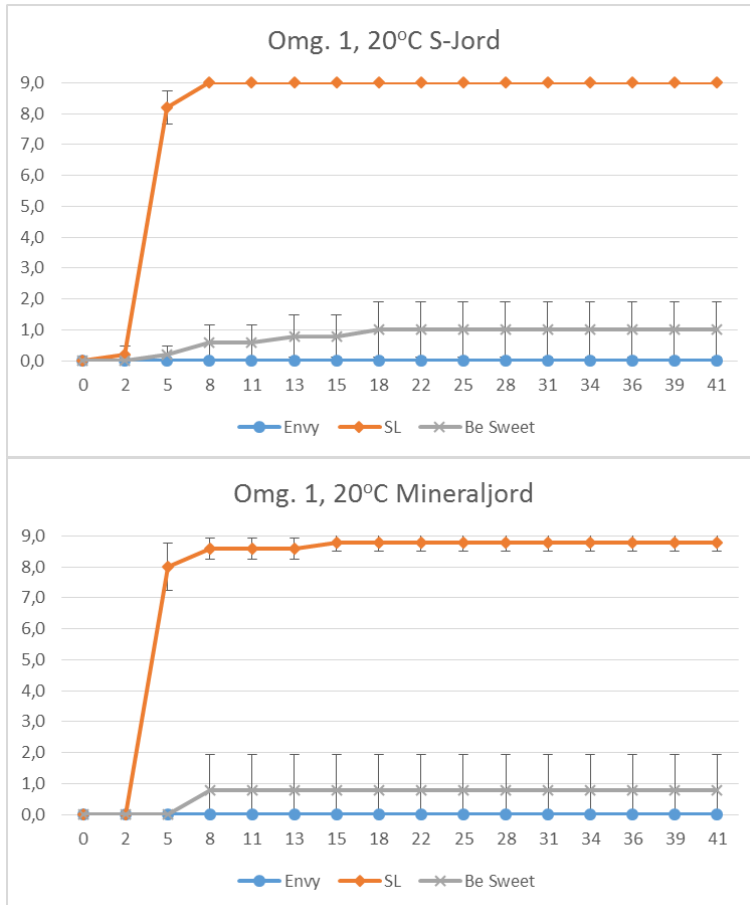
Figur 3. Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 10°C i omgång 1.

I figur 4 visas att i 15°C hade SL en nästan identisk gröningskurva i de båda jordarna med början efter två dagar och en stor tillväxt efter fem dagar. Be Sweet grodde i lägre antal i S-Jord, men hade en jämnare spridning där än i mineraljord.



Figur 4. Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 15°C i omgång 1.

Vid inventeringen två dagar efter sådd noterades att SL börjat gro i S-Jord. Efter åtta dagar hade samtliga SL i S-Jord grott och nästan samtliga i mineraljorden. I S-Jord grodde i genomsnitt fler frön av Be Sweet än i mineraljorden men nådde också detta maximum senare.



Figur 5. Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 20°C i omgång 1.

3.2 Omgång 2: Temperaturen betydelse för uppkomst av soja – bevattning av jorden innan sådd

Tabell 6 visar hur många dagar det tog för de frön som grott under omgång 2 att gro.

Tabell 6. *Antal dagar innan maximalt uppmätta groningen mäts i omgång 2. De fält som har enbart ett ”-” visar att inga frön grott.*

Temp.	SL, S- Jord	SL, Min	En, S- Jord	En, Min	BS, S- Jord	BS, Min	MG, S- Jord	MG, Min
10°C	21	28	-	-	-	-	24	28
15°C	17	17	-	-	17	-	28	28
20°C	21	14	-	-	14	26	28	28

Tabell 7 visar andelen frön som grott efter det antal dagar som visas i tabell 8. Inga Envy grodde.

Tabell 7. Procent frön som grott vid omgång 2:s slut. S-Jordkolumnerna är för planteringsjorden och Min-kolumnerna är för mineraljorden, emedan Tot-kolumnerna visar totala procenten för varje enskild sort.

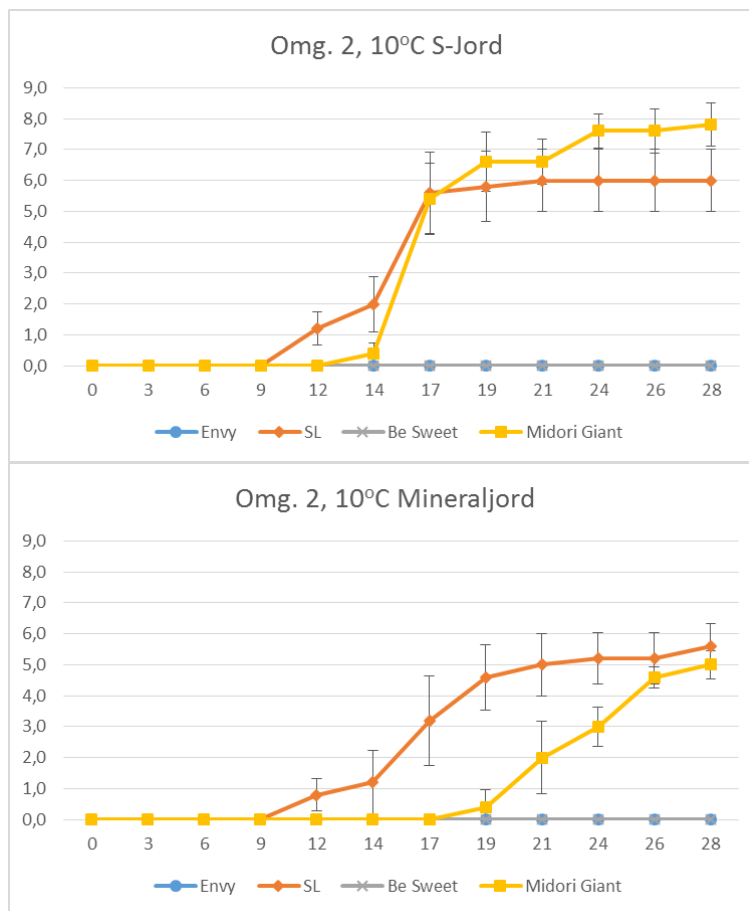
Temp.	%SL, S-Jord	%SL, Min	%SL, Tot	%BS, S-Jord	%BS, Min	%BS, Tot	%MG, S-Jord	%MG, Min	%MG, Tot
10°C	66,7	62,2	64,4	0,0	0,0	0,0	84,4	57,8	71,1
15°C	82,2	95,6	88,9	6,7	0,0	3,3	91,1	73,3	82,2
20°C	95,6	95,6	95,6	42,2	8,9	25,6	95,6	77,8	86,7

I tabell 8 visas den andel frön som grott men inte bildat sitt första bladpar. I de båda varmare var de räknade groddarna vissnade, emedan i 10°C var det även ett fåtal som grott men inte hunnit vissna eller utveckla bladpar.

Tabell 8. Andel frön som grott, men inte bildat sitt första bladpar

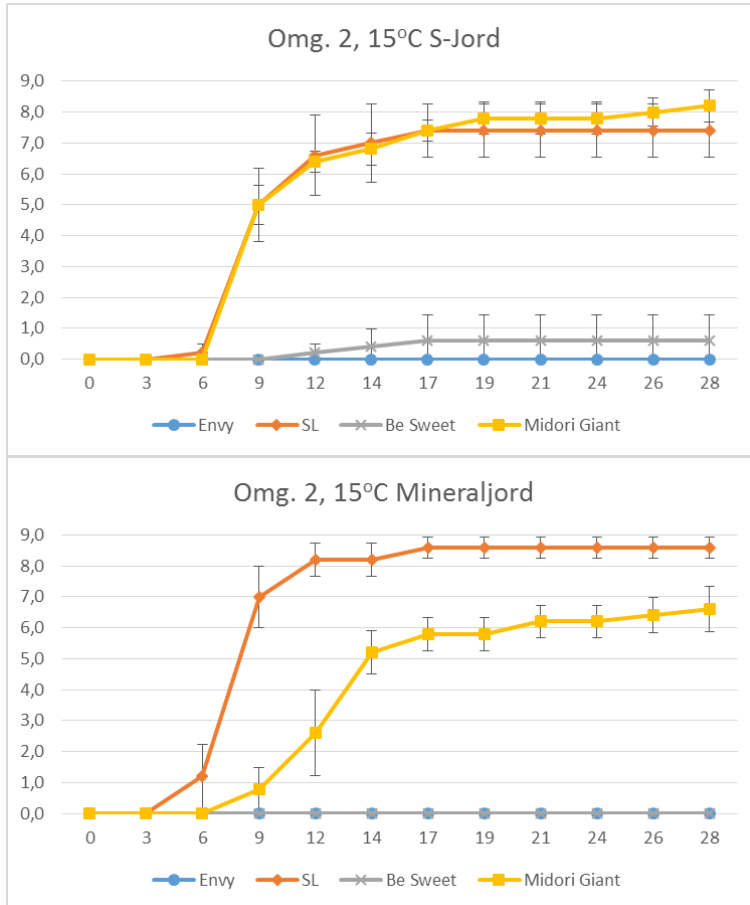
Temp.	%SL, S-Jord	%SL, Min	%SL, Tot	%BS, S-Jord	%BS, Min	%BS, Tot	%MG, S-Jord	%MG, Min	%MG, Tot
10°C	20,0	3,6	12,1	-	-	-	0,0	3,8	1,6
15°C	8,1	0,0	3,8	0,0	-	0,0	2,4	0,0	1,4
20°C	0,0	4,7	2,3	5,3	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0

Figur 6 visar tillväxten i 10°C i omgång 2. I både S-Jord och mineraljord började SL gro efter nio dagar. SL hade i S-Jord en lägre spridning och nådde också sitt maximum tidigare. Midori Giant började gro tidigare i S-Jord och nådde där också ett högre genomsnitt, jämfört med tillväxten i mineraljorden.



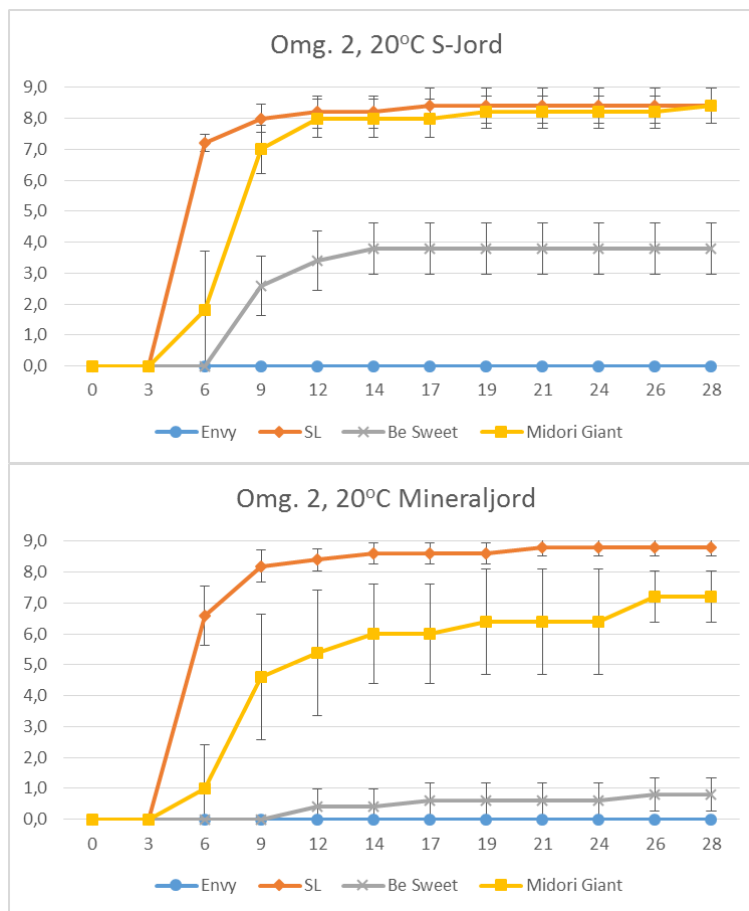
Figur 6. Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 10°C i omgång 2. Y-axeln visar den genomsnittliga mängden frön i krukorna. X-axeln visar antalet dagar efter sådd. Klammarna vid varje punkt visar standardavvikelsen från den genomsnittliga mängden, det vill säga spridningen mellan hur många frön det är i varje kruka.

I 15°C grodde SL snabbare och med ett högre genomsnitt i mineraljorden och dessutom var spridningen mindre. Midori Giant började gro vid samma tidpunkt i båda jordarna, men antalet groddar ökade snabbare i S-Jord och nådde också ett större antal. I S-Jord hade Midori Giant en lägre spridning än vad den hade i mineraljorden. Be Sweet grodde inte i mineraljorden. I S-Jord började Be Sweet gro efter nio dagar och nådde sitt maximumantal efter 17 dagar.



Figur 7. Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 15°C i omgång 2.

Figur 8 visar genomsnittliga antalet grodda frön för de olika sorterna i omgång 2 20°C. I de båda jordarna grodde SL nästan identiskt med en snabb groningstillväxt efter dag tre och en utplaning av kurvan efter dag nio. Spridningen var större för SL i början i mineraljorden men krympte sedan då fler frön grodde i krukorna med få groddar. Midori Giant grodde i båda jordarna efter tre dagar och tillväxten i S-Jord planade ut vid åtta groddar per kruka och i mineraljorden planade den ut vid sju groddar per kruka. Spridningen var länge större för Midori Giant i mineraljorden än spridningen i S-Jord. I S-Jord började Be Sweet gro tre dagar tidigare än vad den gjorde i mineraljorden och planade ut vid ett högre genomsnitt.



Figur 8. Genomsnittliga antalet grodda frön per kruka och sort i 20°C i omgång 2.

4 Diskussion

Syftet med denna undersökning var att se hur olika sojasorter klarade av att gro vid olika temperaturer. Detta undersöktes genom att odla sojan i växthuskammare med olika förinställda temperaturer.

Skillnaderna i de inledande förhållandena mellan de båda omgångarna var vid vilken tidpunkt krukorna för första gången vattnades, vilka temperaturer som ingick i omgången och vilka sorter som användes. I första omgången skedde den första bevattningen av krukorna direkt efter sådd, alla fyra temperaturerna ingick och Be Sweet, Envy och SL såddes i alla fyra temperaturerna. I andra omgången skedde första bevattningen nio dagar innan sådd, 5°C ingick inte i omgången samt att Be Sweet, SL och Midori Giant såddes i 10°C, 15°C och 20°C. Envy såddes bara i 15°C och 20°C. Att inga frön såddes i 5°C och att Envy inte såddes i 10°C berodde på brist på frön. Anledningen till att två omgångar gjordes, var för att se om olika inledande tillgänglig fuktighet i jorden hade någon påverkan på groningen. Med tillgänglig fukt menas fukt som rötterna kan ta upp. I första omgången var jordarna torra vid sådden vilket ledde till att mer fukt bands till partiklarna i jorden och hölls undan från fröerna. I andra omgången var jordarna mer fuktiga vid sådden vilket ledde till att när de vattnades var det mindre fukt som bands till partiklarna. Med för mycket fukt löst i jorden, riskerar fröer i större mängd att drabbas av syrebrist. I praktisk betydelse kan det innebära att man kan få olika mängd skörd beroende på hur lång tid efter senaste nederbörden man sår. Jämför man mellan omgångarna, trivs SL att gro i jord med mindre tillgänglig fukt i sig då det grodde mer i de tre varmare temperaturerna i första omgången än de tre motsvarande temperaturerna i andra. Även SL i 5°C i första omgången grodde mer än vad sorten gjorde i 10°C i andra. Be Sweet hade inte en lika tydlig preferens i inledande fuktighet då sorten i omgång 2 grodde 2,5 gånger så mycket i 20°C men en tredjedel så mycket i 15°C.

I analysen i JMP upptäcktes att temperaturen har ett starkt förhållande med groningen. Alla växtfröer har förutsättningar som behöver uppfyllas för att de ska gro och av de inprogrammerade faktorerna är temperaturen en väldigt viktig förutsätt-

ning för Midori Giant och SL. Jordarna är också viktiga för grobarheten och i analysen visade det sig att S-Jord har en större positiv effekt på groningen än mineraljorden. Speciellt gynnas Midori Giant av att sås i S-Jord. I analysen som undersökte skillnaderna mellan temperaturernas effekter på Midori Giant och SL, visade det sig att 10°C särskilde sig jämfört med de båda andra temperaturerna. Frön i 10°C har observerats gro långsammare och i mindre mängd än i 15°C och 20°C och analysen visade att det är en statistiskt signifikant skillnad. Detta kan komma av att 10°C anses vara minimumtemperaturen som soja gror i och att en del fröer inom sorterna gror först i aningen högre temperaturer än 10°C.

I litteraturen framgår det att 20-22°C är optimum för soja att gro i. I undersökningen visade det sig att ju högre temperatur, desto snabbare och talrik var groningen. Den högsta undersökta temperaturen var 20°C och det var också den temperaturen som hade snabbast groningen och högst genomsnitt av antal grodda frön per kruka. I Sverige uppnår inte någon månad en medeltemperatur av 20°C, men i maj är medeltemperaturen i delar av södra Sverige 10°C och i juli är medeltemperaturerna för större delarna av Svealand och Götaland över 13°C (SMHI, 2014). Med temperatur som primär faktor, kan soja odlas från maj i Sverige.

Inte ett enda frö av Envy grodde. Inte heller gick det att uppfatta spår av påbörjad grodd när fröerna plockades upp i slutet av studien. Samtliga som hittades hade möglat. Möjligheten är liten att det skulle ha med temperaturen att göra, då 10°C anses vara minimumtemperaturen för soja att gro i (Miladinovic *et al.*, 2011) och att Envy inte heller grodde i temperaturerna över 10°C.

4.1 Omgång 1: Temperaturens betydelse för uppkomst av soja – bevattning vid sådd

I omgång 1 var SL den soja som grodde mest med över 90 % groningen i de tre varmare temperaturerna och nästan 78 % groningen i den kallaste temperaturen. Det var inte någon större skillnad i groningen mellan de båda jordarna för SL med 2,2 % fler groddar i S-Jord i 20°C och med 0 % skillnad i 15°C. I 10°C grodde 8,9 % mer i S-Jord och i 5°C grodde 8,9 % mer i mineraljorden. I de båda lägre temperaturerna grodde SL aningen snabbare i S-Jord men detta jämnades ut ju högre temperatur sorten grodde i. I ANOVA analysen visades också att S-Jord har en fördel gentemot mineraljorden när det kommer till mängden grodda frön. Att skillnaden mellan jordarna minskar med högre temperatur, tolkas som att fördelarna med högre temperatur jämnar ut skillnaderna mellan jordarna. Antalet groddar som inte utvecklade blad kan bero på slump då det inte fanns några sådana fall i 20°C eller 10°C medan de båda andra temperaturerna hade olika jord i fördel. I reella tal var det en grodd mer i mineraljorden i 15°C som inte utvecklades och i 5°C var det

istället två mer i S-Jord. Spridningen i antalet frön per kruka mellan jordarna liknade varandra i 5, 15 och 20°C. I 10°C var spridningen större i mineraljorden.

Be Sweet har till skillnad från SL haft svårt att gro över huvud taget med enbart 10 % grodda frön i de båda varmare temperaturerna och 1 % i den kallaste. Då det grodde så få, nio stycken vardera i de båda varmare temperaturerna, är det svårt att spekulera i huruvida den ena jorden skulle vara bättre än den andra för Be Sweet. Av samma anledning undviks det att lägga någon relevans i antalet frön som utvecklade blad. Att ett frö grott i 5°C, ses som ett extremfall och skedde först efter att ett högt tryck i början av maj höjt temperaturen i växthuskammaren till över 15°C. Genomsnittligt låg Be Sweet runt ett frö per kruka i båda jordarna i 15°C och 20°C. I 20°C var spridningen i de båda jordarna lika varandra emedan den var klart större i mineraljorden i 15°C. Att spridningen var så stor för Be Sweet i mineraljorden till skillnad från S-Jord, kom av att det i mineraljorden var en kruka som hade alla för jorden grodda frön och att de grodda fröerna i S-Jorden var mer jämt utspridda. Att spridningen blev så olika jordarna emellan, kan komma av att S-Jord är en framtagen produkt som ska ha samma förhållanden oavsett vilken skopa jord man väljer, emedan mineraljorden är uppgrävd från en åkermark. Mineraljorden kan ha utsatts för krafter som rört om den ojämnt och lett till att jorden som användes i krukorna där det grodde hade bättre förhållanden än de övriga i mineraljorden i 15°C.

4.2 Omgång 2: Temperaturens betydelse för uppkomst av soja – bevattning av jorden innan sådd

I omgång 2 var SL den variant som grodde mest med 96 % groning i 20°C och med 89 % i 15°C. I 10°C grodde bara 64 % och av dessa var det 12 % som inte bildade sina första blad. Ungefär hälften av de som inte bildade blad hade vissnat, andra halvan hann inte bilda dem innan omgångens slut. Mellan jordarna var det helt jämnt i groning i 20°C, 13,4 % fördel till mineraljorden i 15°C och 4,5 % fördel för S-Jord i 10°C. I 10°C hade SL en snabbare groningstillväxt i S-Jord och slutade också med ett högre genomsnitt av grodda frön per kruka. I 15°C hade istället mineraljorden en snabbare tillväxt, i slutet ett högre genomsnitt och en lägre spridning. I den varmaste temperaturen började fröerna i mineraljorden att gro i lite mindre mängd än den i S-Jord, men slutade på ett högre genomsnitt. Skulle omgången varit längre kan fler SL ha grott i 10°C, då det fortfarande dök upp nya groddar med två till tre dagars mellanrum i mineraljorden.

Midori Giant var den variant som grodde näst mest. Över 80 % i de båda varmare temperaturerna och 71 % i 10°C. Mellan jordarna var S-Jord bättre än mineraljord då S-Jord hade i de båda varmare temperaturerna 17,8 % fler groddar jämfört med mineraljorden och i 10°C hade den 26,6 % fler. Spridningen i genomsnitt-

liga antalet groddar per kruka blev stor i 20°C mineraljord då det i en kruka länge var endast två frön som grott emedan i de andra det grodde minst 2,5 gånger så många. Jämfört med SL var det fler av groddarna som bildade blad men hade grott 6-9 % mindre i de båda varmare temperaturerna. I 10°C hade Midori Giant istället grott 6,7 % mer. Över lag bedöms det att fler Midori Giant skulle grott då det fortfarande grodde med några dagars mellanrum i alla tre växthuskamrarna.

Be Sweet klarade sig inte så bra jämfört med SL eller Midori Giant. Drygt en fjärdedel grodde i 20°C och bara 3 % i 15°C. Inga frön grodde i den kallaste temperaturen. Jämfört mellan jordarna verkar S-Jord vara bättre med 33,3 % fördel i den varmaste temperaturen och de enda (tre stycken) Be Sweet som grodde i 15°C gjorde det i S-Jord. Sorten grodde avsevärt bättre i 20°C i omgång 2 med 23 groningar jämfört med 9 i omgång 1. I 15°C grodde fler i första omgången (6 stycken) men generellt var det få som grodde.

4.3 Felkällor

Studien går ut på att se hur några sorter soja gror vid specifika temperaturer. Ett problem under studien har varit att växthuskamrarna är begränsade i sin förmåga att kyla ner sig. Karin Eklund på Växtodlingscentrum SLU, har sagt att växthusen inte har några kylsystem (Eklund, 2016). Detta har lett till att då det varit varmt utomhus, har kamrarna haft svårt att hålla de förinställda temperaturerna. Tabell 9 visar hur temperaturen fluktuerat under omgång 1. I alla fyra temperaturerna är både median och medeltemperatur högre än önskat, optimalt hade varit att samtliga värden hade varit samma som det i vänstra kolumnen för att resultatet i än större grad skulle baseras på den för kammaren tänkta temperaturen. Detta kan ha påverkat när och i vilken mängd fröerna grott.

Tabell 9. Data över uppmätta temperaturer i omgång 1. Minimum och Maximum visar minimum- och maximumtemperaturerna som uppmättes. Q1 visar den temperatur som 25 % av temperaturerna varit kallare än och Q3 är värdena som 75 % av temperaturerna varit kallare. Medianen är mittvärdet av de uppmätta värdena och Medel är medeltemperaturen.

Temperatur	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum	Medel
5°C	5,9	7,3	8,8	12,1	29,3	10,4
10°C	9,5	10,2	11,2	13,2	29,4	12,6
15°C	13,7	15,0	15,2	16,5	29,0	16,2
20°C	18,4	19,9	20,1	20,8	29,5	20,6

Även i omgång 2 var temperaturen högre än önskat, vilket tabell 10 visar. Medianen och medeltemperaturerna är högre i omgång 2 än för den första då den skedde under varmare väder senare på våren.

Tabell 10. Data över uppmätta temperaturer i omgång 2. Minimum och Maximum visar minimum- och maximumtemperaturerna. Q1 visar den temperatur som 25 % av temperaturerna varit kallare än och Q3 är värdena som 75 % av temperaturerna varit kallare. Medianen är mittvärdet av de uppmätta värdena och Medel är medel-temperaturen.

Temperatur	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum	Medel
10°C	9,7	10,6	11,7	14,7	29,4	13,5
15°C	14,4	15	15,7	17,2	29,0	16,7
20°C	18,7	19,9	20,2	21,3	29,5	20,8

Statistiskt sett är antalet frön som såtts ett osäkert antal. Man bör använda minst 100 frön per sort och temperatur, alternativt 100 frön per sort, jord och temperatur. 100 är ett statistiskt erkänt antal för att undvika felaktig information kommen av slump. Att färre frön än 100 såddes (90 per sort och temperatur, 45 per sort, jord och temperatur) kommer av att antalet frön som var tillgängliga för studien var begränsade.

Det hade varit fördelaktigt att genomföra ett groningstest på de fyra sorterna innan fröerna såddes för att se hur mycket de gror vid till exempel 20°C. Då hade man tidigt kunna se hur lite Be Sweet och Envy grott. 20°C ses som nära optimum för soja när den ska gro (Enken 1959 se Miladinovic et al., 2011 s. 210) och grossisten av Be Sweet och Envy skriver att de ska gro vid 18°C (Reimer Seeds, 2008). Då båda sorterna hade även vid 20°C väldigt få groningar och köptes från samma grossist, finns möjligheter att båda sorterna samtidigt drabbats av något som minskat groningsmöjligheterna, till exempel ogynnsamma fraktförhållanden eller drabbats av virus vid förvaring hos grossisten. Med ett tidigt groningstest hade man kunnat jämföra de inköpta sorterna med samma sorter från en annan återförsäljare för att se om den låga groningsnivån varit konstant eller begränsad till ena försäljaren.

Omgång 2 hade behövts vara längre då SL i 10°C och Midori Giant i alla tre temperaturerna hade sina groningstoppar vid sista dagen för studien. Med fler dagar hade det kunnat säkerställas om de toppar i antalet som observerats var de slutgiltiga topparna eller om fler hade grott med mera tid.

4.4 Nya tester

För att utöka denna studie, kan testning ske med ett större antal fröer och med fler typer av jordar. Detta för att få ett mer statistiskt säkert underlag, men också för att se huruvida växlingar mellan jordars fördelaktighet i olika temperaturer beror på slump eller andra orsaker. SL och Midori Giant skulle kunna sås i 5°C enligt metoden i omgång 2 och Midori Giant skulle också kunna sås enligt metoden i omgång 1. Detta för att ytterligare kunna jämföra de båda. Använder man växthus

som hårdare kontrollerar den invändiga temperaturen, kan resultat utifrån de givna temperaturerna säkrare ställas. Steget därefter kan vara att utföra undersökningarna under längre tid för att se huruvida temperaturerna påverkar andra faktorer än groningen, till exempel tid för blomning, mängden skörd och skördens smak.

5 Slutsats

Med högre temperatur gror fröerna snabbare, i större mängd och det blir färre förluster i form av vissnade groddar.

Ska man odla soja för foderproduktion, är SL den bästa sorten av de fyra studerade då den generellt grodde i störst antal. Den är också den sort, av de fyra undersökta, som grodde tidigast. Sås SL i maj eller slutet på april kan odlaren se groddar komma upp efter lite mer än en vecka.

Ska man odla för livsmedelproduktion är istället Midori Giant den bättre sorten, då den grodde i stort antal. Speciellt rekommenderas sorten om man odlar i jordar liknande planteringsjorden som användes i studien. SL grodde visserligen i större antal och snabbare än Midori Giant, men den sistnämnda är gjord för livsmedelsproduktion och är mer väldokumenterad angående smak vid tidig skörd. Att odla Midori Giant rekommenderas också om man är osäker på om växtsäsongen räcker till för SL, då Midori Giant skördas tidigare än SL. Sås sorten i maj, bör odlaren se groddar efter ungefär två och en halv vecka.

På grund av det låga antalet grodda frön hos Be Sweet och Envy, behövs det fler studier för att undersöka huruvida det låga antalet berodde på temperatur eller andra faktorer.

Referenser

- Braunack, M. V. (1994). Effect of aggregate size and soil water content on emergence of soybean (*Glycine max*, L. Merr.) and maize (*Zea mays*, L.). *Soil & Tillage Research*, 1995(33), pp 149–161. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016719879400444J>. (2016-06-28).
- Carlsson, G. (2012). Odling av baljväxter för ett hållbart jordbruk. Power Point, Alnarp. Tillgänglig: http://www.baljvaxtakademin.se/home/odling/georg_carlsson_baljvaxtakademin_29_feb_2012.pdf. (2016-06-01).
- FAOSTAT (2016). *Production of crops per region*. Tillgänglig: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. (2016-07-06).
- Fogelberg, F. (2009). *Ja, vi kan odla sojabönor i Sverige!* Tillgänglig: <http://www.fobo.se/index.php/kunskapmeny/vaextodlingmeny/groensakermeny/baljvaextermenyt/36-ja-vi-kan-odla-sojaboenor-i-sverige>. (2016-07-06).
- Gundersen, C. (2013). *Production Basics*. Tillgänglig: <http://nsrl.illinois.edu/content/production-basics>. (2016-06-22).
- Hall, M., Lund, E. & Rummukainen, M. (2015). *Klimatsäkrat Skåne*. Lund: Lunds Universitet (CEC Rapport 2) Tillgänglig: http://utveckling.skane.se/siteassets/publikationer_dokument/klimatsakrat_skane.pdf (2016-07-12).
- Heimer, A. (2010). *Soja som foder och livsmedel i Sverige*. Naturskyddsföreningen (9915) Tillgänglig: http://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2009_jordbruk_mat_sojarapport.pdf (2016-07-12).
- Jordbruksverket (2016a-02-09). *Klimatförändringar påverkar jordbruket*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/klimatanpassningavjordbruket/klimatforandringarpaverkarjordbruket.4.e01569712f24e2ca09800012513.html> (2016-06-01).

- Jordbruksverket (2016b-05-24). *Konsumtion och förbrukning av kött*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/konsument/livsmedelskonsumtion/kottkonsumtionen.4.465e4964142dbfe44705198.html> (2016-07-06).
- JTI (2016-01-19). *Odling av gröna sojabönor prövas i Sverige*. Tillgänglig: <http://www.jti.se/index.php?page=odling-av-groena-sojaboenor-proevas-i-sverige> (2016-06-01).
- Karlström, B., Vessby, B., Asp, N., Boberg, M., Lithell, H., Berne, C. (1987). Effects of leguminous seeds in a mixed diet in non-insulin-dependent diabetic patients. *Diabetes research (Edinburgh, Scotland)* [online], 5(4), pp 199–205. Tillgänglig: <http://europepmc.org/abstract/med/3665345>. (2016-06-01).
- Livsmedelsverket (2016-02-17). *Protein i livsmedel*. Tillgänglig: <http://www7.slv.se/SokNaringsinnehall>. (2016-07-06).
- Loxbo, H. (2009). *GMO på fodermarknaden*. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra09_17.pdf (2016-07-12).
- Miladinovic, J., Hrustic, M. & Vidic, M. (2011). *Soybean*. 1. uppl. Novi Sad: Institute of Field and Vegetable Crops.
- Reimer Seeds (2008). *Seed Planting Info*. Tillgänglig: <http://www.reimerseeds.com/Seed-Planting/Soybean-Bean-Seeds/Soybean-Beans-Germination.aspx>. (2016-06-20).
- SMHI (2014-04-23). *Temperatur*. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur>. (2016-07-12).
- TT (2010-03-01). *Sojaimport bidrar till skogsskövling*. Tillgänglig: <http://www.svt.se/nyheter/inrikes/sojaimport-bidrar-till-skogsskovling>. (2016-07-06).
- Tyagi, S. K. & Tripathi, R. P. (1983). Effect of temperature on soybean germination. *Plant and Soil*, vol. 74 (2), ss 273–280. Tillgänglig: www.jstor.org/stable/42934405. (2016-06-22).

Icke publicerat material

Eklund, K. (2016). Vad har växthuskamrarna för begränsningar? Telefonsamtal.