



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Korrelation mellan grobarhet och livskraft i frötester och fältuppkomst hos spenat, *Spinacia oleracea* L.

Correlation between germination and viability in seed tests and field emergence in spinach, *Spinacia oleracea* L.

Isabella Kleman

Självständigt arbete • 15 hp

Hortonomprogrammet

Alnarp 2016

Korrelation mellan grobarhet och livskraft i frötester och fältuppkomst hos spenat, *Spinacia oleracea* L.

Correlation between germination and viability in seed tests and field emergence in spinach, *Spinacia oleracea* L.

Isabella Kleman

Handledare: Lotta Nordmark, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Jonatan Leo, SLU, Institutionen för växtförädling

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Hortonomprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2016

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Spenat, grobarhetstest, fältuppkomst

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

SAMMANFATTNING

För att kunna förutsäga vilken mängd utsäde som krävs för att få en önskad planttäthet i fältet är det viktigt att veta vilken fältuppkomst som kan förväntas. För att förutsäga detta används grobarhetstest. Detta arbete undersöker hur den uppmätta grobarheten korrelerar med den faktiska fältuppkomsten hos *Spinacia oleracea* L. Fem olika frösorter testades med grobarhetstest och tetrazoliumkloridtest och fältuppkomsten räknades. Resultatet visade att det fanns en signifikant korrelation mellan grobarheten och fältuppkomsten och tetrazoliumkloridtestet gav ett liknande resultat. Korrelationen var dock endast medelstark med ett värde på 0,583. Om den frösor vars resultat avvek kraftigt bortsågs ifrån fick istället en korrelationskoefficient på 0,734.

ABSTRACT

In order to be able to predict the required amount of seed needed to get the required plant density in the field it is important to know what kind of field emergence that can be expected. This work examines how the germination measured in a germination test correlates with the field emergence of *Spinacia oleracea* L. Five kinds of seed were tested with germination test and tetrazolium chloride and their field emergence was counted. The result showed a significant correlation between field emergence and germinability, and the results from the tetrazolium chloride test showed similar results. However, the correlation between germinability and field emergence was not overly strong, at a value of 0,583. However, if the values of of the seed type whose results differed greatly from all other types is disregarded a stronger correlation, with a value of 0,734, can be found.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Introduktion	6
Bakgrund	6
Syfte	8
Frågeställning	8
Material och Metoder	8
Grobarhetstest i petriskål	9
Tetrazoliumkloridtest av frövitalitet	9
Räkning av fältuppkomst	10
Resultat	10
Tetrazoliumkloridtest.....	10
Grobarhetstest	16
Fältuppkomst	19
Korrelation	19
Diskussion	20
Slutsats	21
Referenslista	22

INTRODUKTION

BAKGRUND

Spenat är en ettårig gröda som växer i rosettform och odlas för sina blad. Den är en långdagsväxt som snabbt går i blom under sommaren, då dagarna är långa och temperaturen är hög (Desai, Kotecha & Salunkhe 1997). Därför odlas den främst på vår och höst. Spenat har ett av de högsta innehållen av vitamin A jämfört med andra grönsaker (Ryder, 1979). Den har även ett relativt högt innehåll av kalcium, kalium vitamin C, vitamin K och folat (Livsmedelsverket, 2016). Därför är spenat en populär grönsak som odlas i stora delar av världen. Den odlas dels till färskvarumarknaden i form av baby leaf och knippe men även i stor utsträckning som industrigröda till infrysning och konservering (Swiader, Ware & McCollum 1992). Överlägset mest produceras i Kina, som producerar mer spenat än alla andra länder sammanräknat. Även länder som Japan, Turkiet och USA har en relativt stor produktion (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division, 2015).

Spenatfröet är ett medelstort frö med en 1000-kornvikt på cirka 10 gram (Desai et al., 1997). Liksom många andra arter inom Amaranthaceae har spenatfröet ingen utvecklad endosperm. Energiresurserna som krävs för groningen kommer istället från en perisperm som byggs upp i nucellus under fröets utveckling (McDonald & Copeland, 1997). Embryot är ringformigt och ligger runt den rikliga och stärkelserika perispermen (Gelin, Mosyakin & Clemants 2003). Spenatfrö kan gro mellan vid så låga temperaturer som 2 °C och upp mot maximalt 29 °C. Vid låga temperaturer uppnås maximal grobarhet men groningen tar mycket lång tid. Groningen sker i betydligt högre takt men med en lägre grobarhet vid högre temperaturer (Swiader et al., 1992). Vid temperaturer över 25 °C minskar grobarheten kraftigt (Atherton & Farooque, 1983).

Spenat trivs bäst vid relativt svala temperaturer, runt 15-18 °C, och vid höga temperaturer minskar avkastningen. Odling i tropiska länder sker därför i mycket begränsad utsträckning (Swiader et al. 1992). Alltför höga temperaturer under pollinering och fröutveckling hos spenat leder även till försämrade frökvalitet och mindre mängd producerat frö. Därför produceras majoriteten av världens spenatutsäde i länder med relativt svala somrar, så som Danmark och vissa delar av USA (Navazio & Colley 2007). En viss produktion förekommer även i Sverige.

Spenat är normalt dioik, men har fyra olika typer av kön, dels honor som enbart har honblommor och hanar som enbart har hanblommor. Det finns även extrema hanar, som blommar tidigt producerar mycket litet blad. Extrema hanar är därför inte önskvärda och sorteras bort vid förädling (Swiader et al.

1992). Den fjärde typen är monoika plantor. Dessa är sällsynta men förekommer i högre utsträckning inom vissa sorter. De har en bladproduktion som är likvärdig med de vanliga honorna och hanarna (Desai et al., 1997). Pollinering sker med hjälp av vinden och olika fält där utsädesproduktion av olika spenatsorter sker bör därför placeras minst 500 m från varandra (George, 1985). Proportioner mellan rader av hanlinje och honlinje i fältet varierar beroende på sort och anges i utsädesproducentens anvisningar.

Priming är en ganska ny metod där fröet förbehandlas för att förkorta tiden det tar för groningen och få en jämnare groningstakt (Hill, 2016). Priming sker genom detaljstyrning av fröers fuktighetshalt för att göra det redo att gro på kortast möjliga tid. Primade fröer har dock en kortare hållbarhet än konventionellt behandlade fröer.

Innan försäljning ska fröpartier grobarhetstestas för att en grobarhet ska kunna anges. Grobarheten testas normalt genom att fröerna placeras ovanpå eller mellan fuktat papper i en petriskål vid den temperatur och det ljus som anges av den standard som följs. Därefter räknas och avlägsnas de frön som grott (Hartmann et al., 2011). Standarden är ofta den som utfärdas av International Seed Testing Association, ISTA.

Grobarhetstester ger en bra bild av grobarheten hos fröer under optimala förhållanden, men metoden tar lång tid. För att få ett snabbare, men ändå pålitligt resultat togs den topografiska selenmetoden fram. Den utförs genom att fröerna placeras i en lösning av natriumvåteselenit, NaHSeO_3 , med en koncentration av 1-2%. Detta leder till att embryots levande delar färgas röda. Då selen avger giftiga ångor ersattes metoden ganska snart med topografiska tetrazoliumkloridtester. Dessa ger en liknande infärgning men är mindre riskfyllda för den som utför testerna (Lakon, 1942).

Alla vävnader som utövar respiration har förmågan att reducera det färglösa ämnet 2,3,5-trifenyltetrazoliumklorid till det röda ämnet formazan. Detta sker genom överföring av två vätejoner och två kolatomer med hjälp av enzymet dehydrogenas (Desai et al. 1997). Tack vare denna färgändring kan reaktionen användas för att avgöra hur hög respiration olika vävnader i embyot har. 2,3,5-trifenyltetrazoliumklorid späds i vatten med ett pH på cirka 7, till 0,1-1 % koncentration, beroende på fröets skaltjocklek, typ och eventuell sårning eller delning av fröet. Den färdiga lösningen förvaras mörkt. Före färgning kan vissa förberedande åtgärder vara nödvändiga. Först blötläggs fröet för att starta groningsprocessen och därmed fröets vattenupptag och underlätta för tetrazolium att tränga in. Därefter kan olika åtgärder beroende på typ av frö behöva vidtas för att ytterligare underlätta färgningen. Färgningen sker i allmänhet genom att fröna blötläggs i tetrazoliumlösningen vid temperaturer mellan 20 och 35°C. Tiden som krävs varierar beroende på om fröskal har

punkterats eller om fröet kluvits, temperaturen som färgningen sker vid samt fröets typ och storlek (Patil & Dadlani, 2009).

SYFTE

Syftet med arbetet är att undersöka om grobarhetstest och tetrazoliumkloridtest av spenatfröer har någon praktisk användning för att förutsäga fältuppkomsten.

FRÅGESTÄLLNING

Detta kandidatarbete ska undersöka hur laboratorietester av spenatfröers grobarhet och livskraft korrelerar med den faktiska grobarheten i fält. Detta utförs genom att två vanliga metoder för frötestning, tetrazoliumkloridtest och grobarhetstest, används och jämförs med fältuppkomsten för de testade fröerna. Den valda modellgrödan är spenat, *Spinacia oleracea* L.

MATERIAL OCH METODER

Fröerna som användes var honlinjefrön och hanlinjefrön av spenat avsett för utsädesproduktion av hybrid sorter. Fröer hämtades från två olika spenatutsädesodlare strax efter att sådd hade skett. Samtliga fröer var betade med 43 gram Gaucho WS 70 per kilogram frö. Gaucho WS 70 är ett systemiskt verkande betningsmedel mot skadeinsekter med den aktiva substansen imidaklopid och används normalt till sockerbetsutsäde (Bayer AB, 2016). En 1000-kornvikt av varje frösorrt beräknades genom att 50 slumpvis utvalda fröer vägdes med en noggrannhet på 0,001 gram. Vikten av betningsmedlet subtraherades. Information om eventuella tidigare grobarhetstester fanns inte att tillgå. Inte heller sortnamnen fanns, därför fick varje frösorrt en kod enligt följande:

NJA1: Honlinjefrö från odlare 1, primat, 1000-kornvikt: 9,819 gram

NJB0: Hanlinjefrö från odlare 1, ej primat, 1000-kornvikt: 9,742 gram

NJB1: Hanlinjefrö från odlare 1, primat, 1000-kornvikt: 9,991 gram

MRA: Honlinjefrö från odlare 2, ej primat, 1000-kornvikt: 13,455 gram

MRB: Hanlinjefrö från odlare 2, ej primat, 1000-kornvikt: 12,920 gram

GROBARHETSTEST I PETRISKÅL

Munktell filterpapper med 9 cm i diameter placerades i petriskålar med samma diameter, ett filterpapper i varje skål. Varje filterpapper fuktades med cirka 5 milliliter kranvatten. Därefter placerades 25 fröer med jämna mellanrum i varje petriskål. 4 replikat och 2 upprepningar gjordes av varje sort. Petriskålarna placerades på ett bord i en odlingskammare inställd på en temperatur på 15°C och en relativ luftfuktighet på 80 %, utan ljus. En Tinytag datalogger placerades på samma bord för att övervaka den faktiska temperaturen och luftfuktigheten i kammaren. En andra datalogger av samma sort hängdes från en kedja i taket på cirka 140 cm höjd. Fröerna undersöktes visuellt en gång per dygn, och de fröer som grott räknades och avlägsnades. Som grott räknades det frö där en primrot med normalt utseende synligt trängt ut utanför fröskalet (Atherton & Farooque, 1983). Upprepning A startade 2016-04-19 för fröerna från odlare 1. 2016-04-26 startade upprepning B för fröerna från odlare 1 och upprepning A och B för fröerna från odlare 2. Detta datum placerades även de två dataloggrarna i odlingskammaren. Efter att försöket avslutats beräknas grobarhetsprocenten.

TETRAZOLIUMKLORIDTEST AV FRÖVITALITET

Då det inte finns någon internationell standard att tillgå för tetrazoliumkloridtest av spenatfrö utfördes först en provomgång där standarden för betfrö, *Beta vulgaris*, följdes. (International Seed Testing Association, 2003) Provomgången utfördes med fröna NJA1. 20 fröer blötlades i kranvatten i rumstemperatur i 18 timmar. Tetrazoliumklorid vägdes upp och späddes i kranvatten till en koncentration på 1 %. Den färdiga lösningen förvarades mörkt. De blötlagda fröerna plockades upp ur vattnet och perikarpen punkterades med en skalpell. Därefter placerades fröerna i tetrazoliumkloridlösningen och fick stå för att färgas in i 24 timmar vid 30°C. Efter infärgningen plockades fröerna upp och sköljdes av med kranvatten. Avläsning skedde genom att perikarp och fröskal avlägsnades och embryot blottades. Embryona undersöktes under ljusmikroskop. Provomgången gav embryon som blivit för kraftigt infärgade och något resultat gick därför inte att avläsa. Att helt frigöra embryot från fröet utan att skada det visade sig också vara mycket svårt. Till det faktiska testet användes en tetrazoliumkloridlösning med en koncentration på 0,7 %. Fröerna blötlades i kranvatten i rumstemperatur i 18 timmar. Därefter täcktes de med tetrazoliumkloridlösningen utan att perikarp och fröskal punkterades. Färgningen pågick i 25 timmar i 30°C, varefter ett av de fyra replikaten av varje frösorrt plockades upp och undersöktes, och det kunde konstateras att infärgningen var otillräcklig. Därför fick resterande fröer ligga kvar i

tetrazoliumkloridlösningen i ytterligare 6 timmar varefter en avläsning kunde ske. Fröerna delades med skalpell så att ett genomsnitt på längden av embryona blev synligt. Embryona fotades med ett kameramikroskop och graden av infärgning uppskattades visuellt och jämfördes.

RÄKNING AV FÄLTUPPKOMST

Sådd skedde hos odlare 1 i närheten av Flyinge den 13 april och hos odlare 2 i närheten av Asmundtorp den 24 april. Räkningen av fältuppkomst gjordes i båda fälten den 9 maj. Fältuppkomst räknades för varje frösorrt på fyra sträckor om fyra meter vardera som mättes upp i slumpmässigt valda rader. Sådd hade i båda fälten skett med såband med åtta centimeters avstånd mellan fröerna. Därför förväntades 50 plantor på en fyrameterssträcka om hundraprocentig groningen hade skett. Fröerna var sådda så att honrader med jämna mellanrum varvades med fyra hanrader omgivna av en blindrad på vardera sidan. Hos odlare 1, där det fanns både primade och oprimade frön av hanlinjen hade de oprimade såtts i de yttre av de fyra hanraderna. För de frösorrt det var möjligt undveks räkning i raderna närmast blindrad eller hjulspår. Uppkomna levande spenatplantor räknades. De plantor som stod mycket tätt intill varandra antogs bero på dubbelsådd och räknades endast som en uppkomst.

RESULTAT

TETRAZOLIUMKLORIDTEST

Det var möjligt att se vissa skillnader mellan graden av infärgning hos de olika frösorrtorna. Däremot var infärgningen inte tillräckligt kraftig eller jämn för att eventuella skador på embryona skulle bli synliga.



(a)



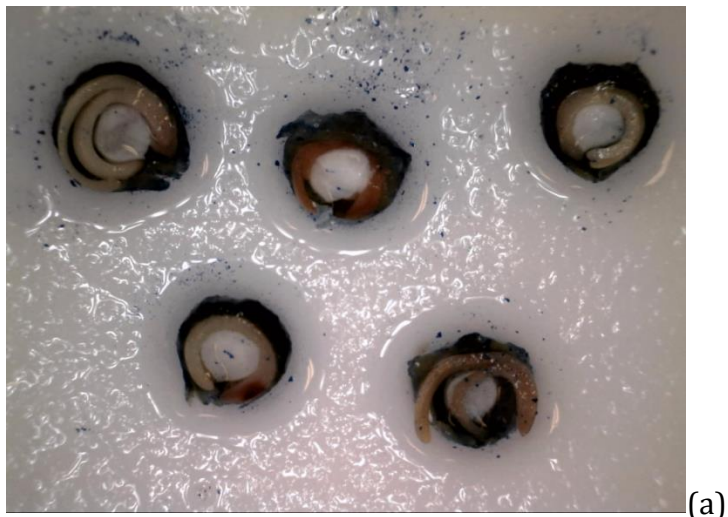
(b)



(c)

Figur 1 a), b) och c), resultat av Tetrazoliumfärgning, NJA1, replikat 2-4

Figur 1 visar resultaten av tetrazoliuminfärgningen av NJA1. Majoriteten av embryona har blivit svagt infärgade. För ett par av embryona har enbart rotspetsen blivit synligt färgad.



(a)



(b)



(c)

Figur 2 a), b) och c), resultat av Tetrazoliumfärgning, NJB0, replikat 2-4

I figur 2 syns resultatet av infärgningen av NJB0. Infärgningen är på ungefär samma nivå som NJA1, med en svag infärgning av majoriteten av embryona och enstaka embryon där enbart rotspetsen tagit färg.



(a)



(b)

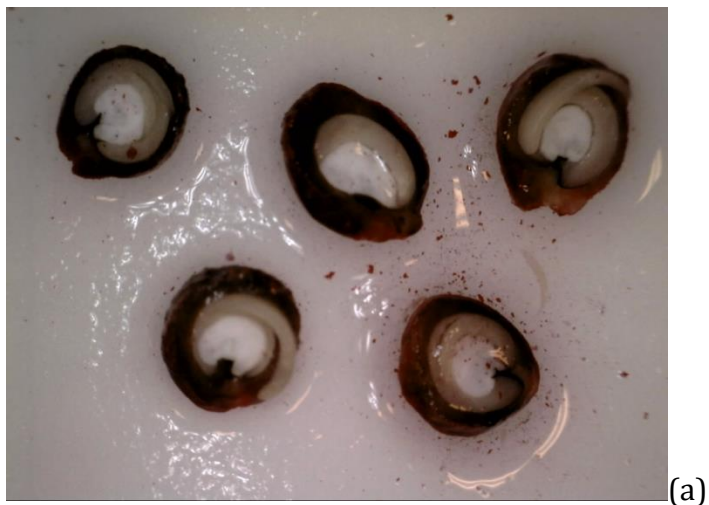


(c)

Figur 3 a), b) och c), resultat av Tetrazoliumfärgning, NJB1, replikat 2-4

Resultatet av tetrazoliuminfärgningen av NJB1 visas i figur 3. NJB1 är den frösört som i detta test tagit mest färg och därmed haft den högsta

respirationen. Många av embryona har fått en mörkt röd färg medan övriga har en svagare men ändå heltäckande infärgning.



Figur 4 a), b) och c), resultat av Tetrazoliumfärgning, MRA, replikat 2-4

I figur 4 ses resultatet av infärgningen av MRA. Denna frösart uppvisar ingen synlig infärgning hos något av embyona. Det är även synligt att denna sort tycks ha en tjockare perikarp än övriga sorter som testats.

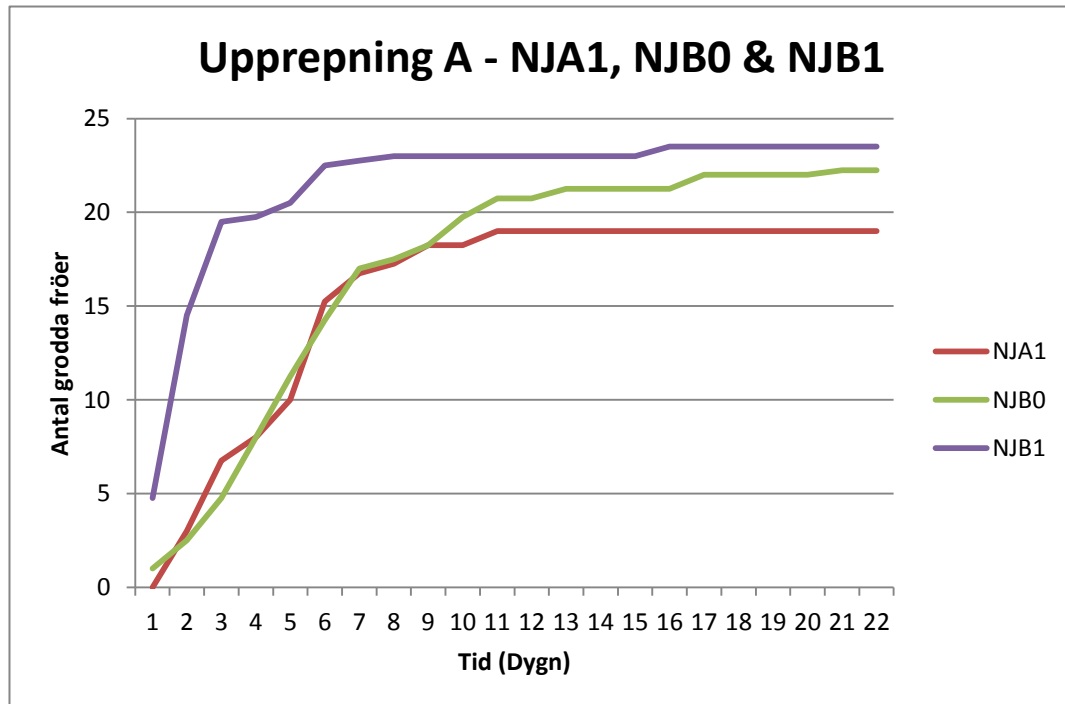


Figur 5 a), b) och c), resultat av Tetrazoliumfärgning, MRB, replikat 2-4

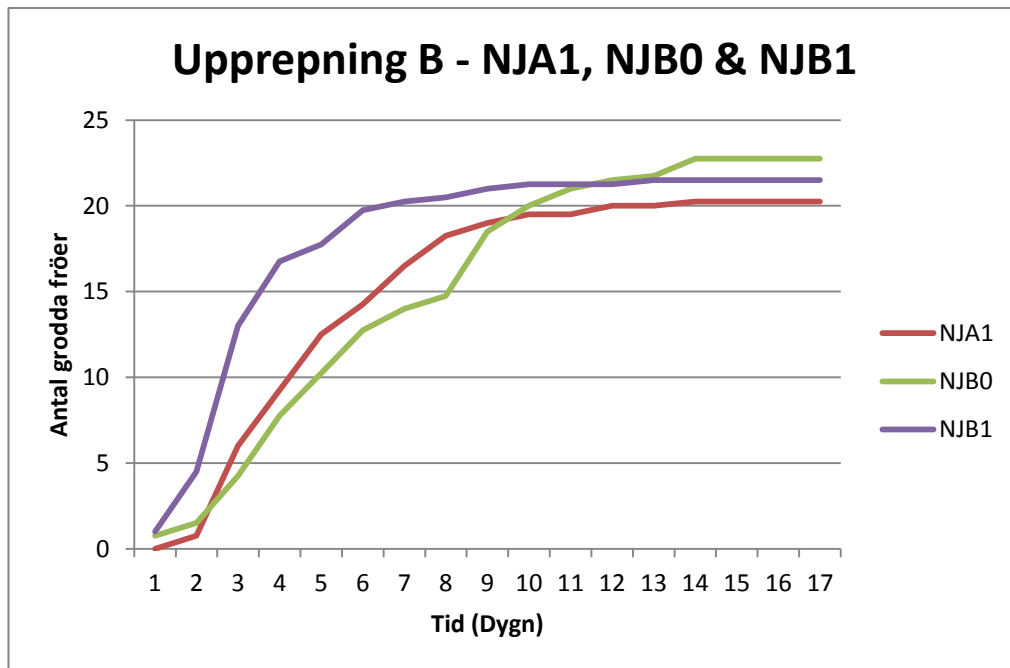
Figur 5 visar infärgningen av MRB. Här syns en ganska svag infärgning, där enbart enstaka embryon helt förblivit ofärgade.

Baserat på detta test kan en ungefärlig rangordning av respirationstakten hos de olika frösorterna efter ett dygns blötläggning göras från lägst till högst enligt följande: MRA, MRB, NJB0, NJA1, NJB1

GROBARHETSTEST

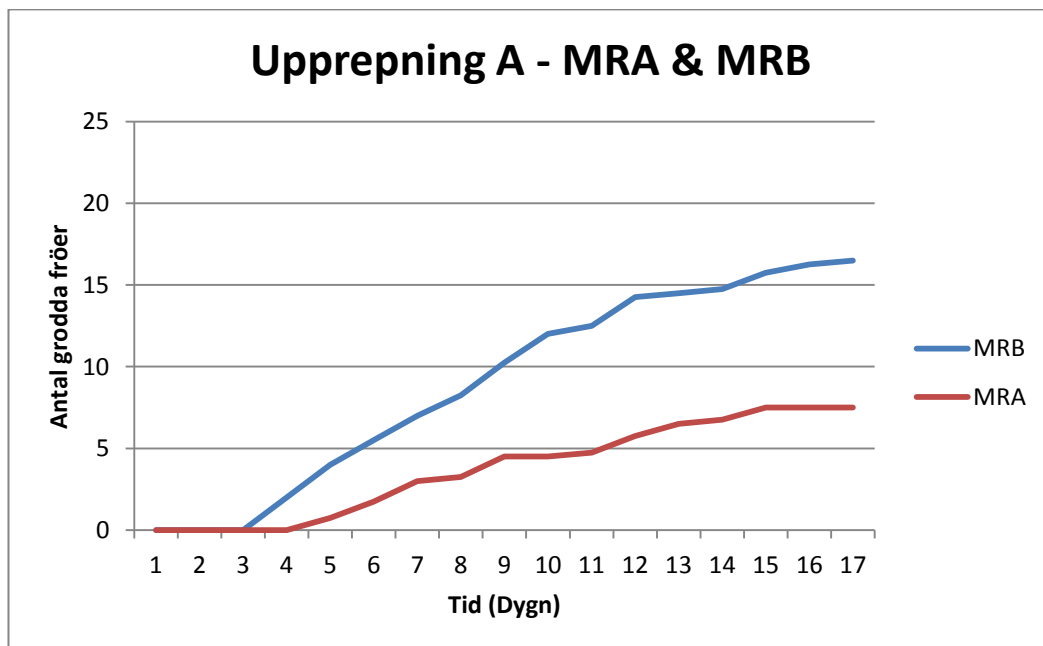


Figur 6, Total groning över tid för NJA1, NJB0 och NJB1, medelvärde av replikaten, upprepning A.

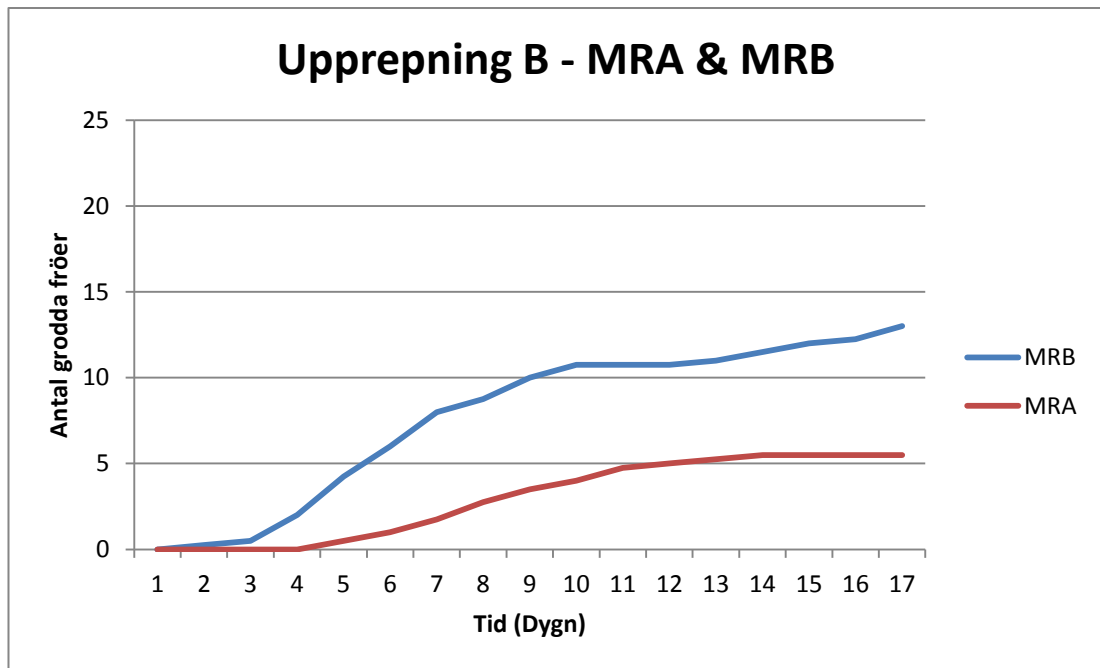


Figur 7, Total groning över tid för NJA1, NJB0 och NJB1, medelvärde av replikaten, upprepning B.

I figur 6 och 7 ses att det för båda upprepningarna är tydligt att de primade hanlinjefröerna, NJB1, har grott i en högre takt än de oprimade hanlinjefröerna, NJB0 och de primade honlinjefröerna, NJA1. Samtliga frösarters groningshastighet hade vid försökets avslutande troligen avstannat då kurvorna planat ut.

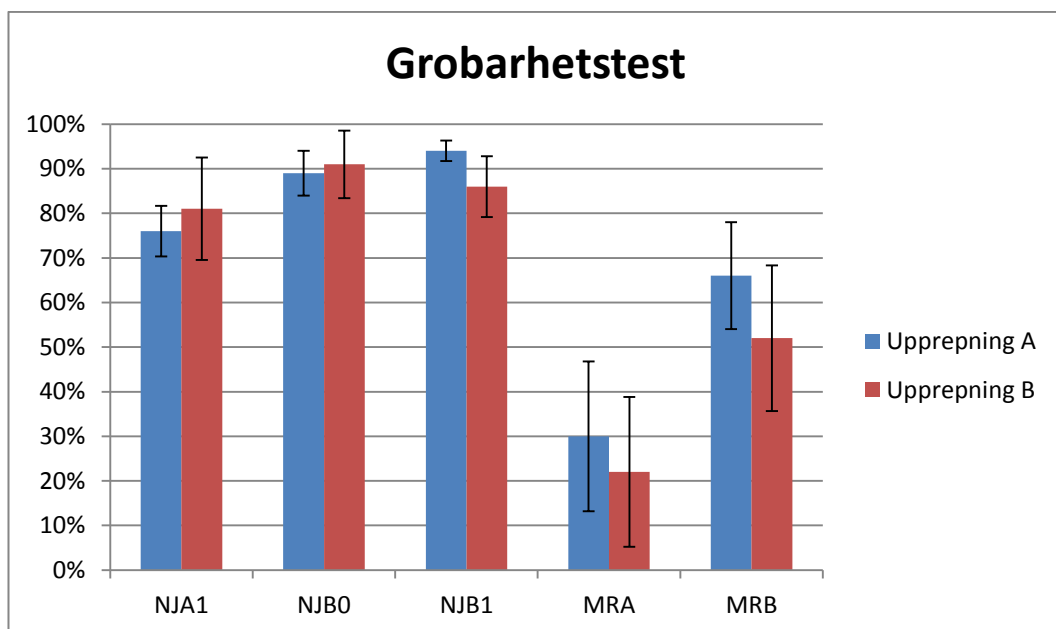


Figur 8, Total groning över tid för MRA och MRB, medelvärde av replikaten, upprepning A.



Figur 9, Total groning över tid för MRA och MRB, medelvärde av replikaten, upprepning B.

Figur 8 och 9 visar att groning för MRA och MRB skedde i en långsam takt jämfört med NJA1, NJB0 och NJB1. Groningen för framförallt MRB tycks inte ha kommit till avstannande innan försöket avslutades då kurvan ännu inte planat ut.



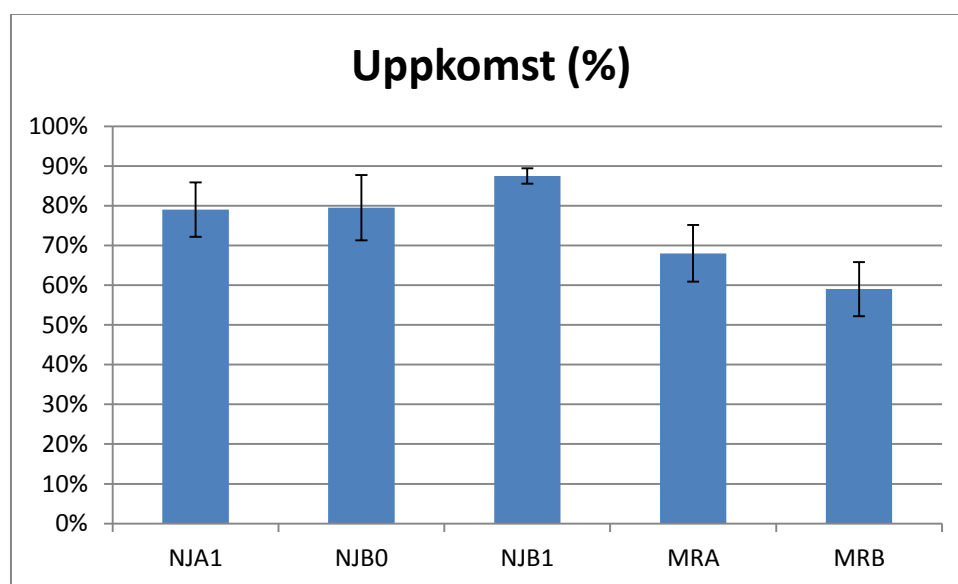
Figur 10, grobarhetstest spenatfrö resultat, groning i procent med standardavvikelse.

Figur 10 visar det sammantagna resultatet av grobarhetstestet. Det är tydligt att MRA har haft en betydligt sämre grobarhet än övriga fröer.

Data från temperatur- och luftfuktighetsmätarna visar att temperaturen har hållit sig stabil runt 15 °C under försökets gång. Den relativa luftfuktigheten har varierat något men har genomgående hållit sig högre än 80 %. Luftfuktigheten är mindre viktig då luftfuktigheten i petriskålarna troligen hållits nära 100 %

Ett ANOVA-test med nollhypotesen 'Ingen skillnad mellan upprepningarna' och mothypotesen 'Skillnad mellan upprepningarna' utfördes och gav P-värdet $P=0,610$ vilket innebär att nollhypotesen inte kan förkastas och upprepningarna har gett liknande resultat. Därmed skulle det kunna anses vara åtta replikat istället för två gånger fyra, men de olika långa testperioderna gör att upprepningarna inte har haft identiska förutsättningar.

FÄLTUPPKOMST



Figur 11, Fältuppkomst av spenat, medelvärde i procent med standardavvikelser. För NJA1, NJB0 och NJB1 hade 26 dagar passerat från sådd till räkning, för MRA och MRB var motsvarande tid 15 dagar.

KORRELATION

Korrelationstest av grobarhet i grobarhetstestet och fältuppkomsten ger en Pearson-korrelationskoefficient på 0,583 med ett P-värde på 0,007. Om resultaten för MRA bortses ifrån och korrelationen mellan grobarhet och fältuppkomst enbart beräknas för NJA1, NJB0, NJB1 och MRB fås istället en korrelationskoefficient på 0,734 med ett P-värde på 0,001.

DISKUSSION

En korrelation mellan grobarheten i grobarhetstestet och fältuppkomsten kunde hittas. Denna korrelation var medelstark och signifikant på en konfidensnivå av 95 %. När resultaten för MRA bortsågs ifrån på grund av den starka avvikelser från övriga resultat fick man en betydligt starkare korrelation. Även tetrazoliumtestet tycks visa på samma trend som kan ses i resultatet för grobarhetstestet. Detta test är dock inte tillförlitligt då ingen optimal metod för att utföra testet kunde hittas och underlaget var litet. Med tetrazoliumkloridtest kan de så kallade hårda fröerna, vars fröskal inte släpper genom vatten, uppvisa vitalitet eftersom fröskalet punkteras. Ett ogenomträngligt fröskal kan orsakas av torkning vid för hög temperatur men kan även hos vissa uppstå naturligt som en överlevnadsmekanism då hårda frön har en betydligt längre överlevnad. (Hartmann et al., 2011) De kräver dock nedbrytning av fröskalet innan de groor. Det innebär att de uppvisar livskraft, även om de troligen inte skulle ha grott inom rimlig tid för att plantorna ska hinna bli mogna till skörden vid normal sådd.

Kontrollmöjligheterna för temperatur i odlingskammaren medgav inte att ställa in olika temperatur för natt och dag. Därför ställdes temperaturen på 15°C dygnet runt. Det är möjligt att MRA som hade en mycket dålig grobarhet i grobarhetstestet hade behövt en svalare natt då den hade en bättre grobarhet i fält. Vid tetrazoliumtestet då fröerna studerades i genomsnitt blev det tydligt att MRA hade en märkbart tjockare perikarp än övriga sorter. Detta påverkar troligen vattenupptagningsförmågan och därmed tiden det tar till groning. Därför hade det möjligen också gett en högre grobarhet om grobarhetstestet fått pågå under en längre tid. MRB hade däremot en relativt dålig grobarhet både i grobarhetstestet och i fält, vilket förmodligen tyder på en sämre frökvalitet. Primade fröer har en kort hållbarhet, men detta tycks inte ha påverkat grobarheten i försöket, då försöket påbörjades inom enstaka veckor efter att utsädet hade använts för sådd i fält.

Temperaturen och luftfuktigheten i odlingskammaren mättes inte från försökets början utan startade samtidigt som start av upprepning B för NJ och A och B för MR. Men eftersom temperaturen har varit så pass stabil under den uppmätta perioden, med undantag för korta, regelbundna toppar som troligen uppstått då dörren till kammaren öppnats, kan det antas att temperaturen troligen var stabil även under upprepning A för NJ. Temperaturen noterades en gång per dygn under den perioden och varierade inte nämnvärt. Den relativa luftfuktighetens variationer bör inte ha påverkat fröerna då dessa varit placerade i stängda petriskålar där RH sannolikt har varit närmare 100%.

Vid tillfället för räkningen av fältuppkomsten hade plantorna hos odlare 1 kommit längre på grund av tidigare sådd och hunnit få 1-2 karaktärsblad.

Plantorna hos odlare 2 var nyligen uppkomna. Det gick därmed inte att vara säker på att samtliga frön som potentiellt kunde gro ännu hade kommit upp. Sådden var även märkbart ojämn, med varierande avstånd mellan fröplantorna. Resultatet av räkningen av fältuppkomsten blev därför relativt osäkert och det är möjligt att MRA och MRB egentligen har en högre fältuppkomst än den som kunde räknas.

Ett sätt att få en bättre uppfattning om fröernas kvalitet och embryonas livskraft vid grobarhetstestet hade kunnat vara att låta groningen gå längre än till den första utträngningen av primroten. På så vis hade det varit möjligt att studera de framkomna småplantorna i mer detalj och identifiera eventuella angrepp av skadegörare, fysiologiska skador eller missbildningar.

SLUTSATS

Det finns en korrelation mellan resultat av grobarhetstest och fältuppkomst, och den är stark om man bortser från den frösor som tycktes kräva annorlunda förhållanden vid grobarhetstest än de övriga. I fält är det betydligt fler faktorer som spelar in än under kontrollerade former i laboratorium. Därför går det inte med fullkomlig säkerhet att förutsäga hur mycket utsäde som krävs för att få önskad planttäthet. Det är dessutom svårt att så med exakt precision även om rätt mängd utsäde används. Grobarhetstest ger dock en god indikation på vilken fältuppkomst som kan förväntas. Topografiskt tetrazoliumkloridtest är arbetskrävande och kräver mycket erfarenhet men kan vara användbart för att undersöka embryon för att hitta förklaring till en dålig grobarhet. Det går även snabbare än ett vanligt grobarhetstest. För att förutsäga utsädesbehovet är det däremot lättare att använda grobarhetstest, även om det tar betydligt längre tid.

REFERENSLISTA

Atherton, J.G., Farooque, A.M. (1983) High temperature and germination in spinach. I. The role of the pericarp *Scientia Horticulturae*, Vol. 19 (1983), ss 25-32

Bayer AB (2016) *Gaicho* Tillgänglig:
<http://www.cropscience.bayer.se/Produkter/Gaicho.aspx> [2016-04-24]

Desai, B. B., Kotecha, P. M. & Salunkhe D. K. (1997) *Seeds Handbook: Biology, Production, Processing, and Storage* 2 uppl. New York: Marcel Dekker, Incorporated

Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division (2015) *Production / Crops / Spinach* Tillgänglig:
<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> [2016-05-07]

Gelin, Z., Mosyakin, S. L. & Clemants, S. E. (2003) Chenopodiaceae I: Zheng-yi, W. & Raven, P. H. (red.) *Flora of China Volume 5: Ulmaceae-Basellaceae*, St Louis: Missouri Botanical Garden Press, ss. 351-414

George, R. A. T. (1985) *Vegetable Seed Production* New York: Longman Incorporated

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. & Geneve, R. L. (2011) Techniques of Seed Production and Handling I *Hartmann & Kester's Plant Propagation: Principles and Practices* 8 uppl., Upper Saddle River: Prentice Hall, Incorporated, Tillgänglig: http://aggie-horticulture.tamu.edu/faculty/davies/pdf%20stuff/ph%20final%20galley/Chap%206%20-%20M06_DAVI4493_08_SE_C06.pdf [2016-05-15]

Hill, H. J. (2016) *Why Prime Seeds?* Tillgänglig:
http://seeddynamics.com/research/why_prime_seeds [2016-05-18]

Lakon, G. (1942) Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit der Getreidefrüchte durch Tetrazoliumsalze *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* Vol. 60, Issue 6-7, ss. 299–305

Leist, N. & Krämer, S. (2003) *ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing, Vol 1* 1 uppl.

Livsmedelsverket (2016) *Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas version 2016-02-17* Tillgänglig:
<http://www7.slv.se/SokNaringsinnehall/Home/FoodDetails/4941#> [2016-05-10]

McDonald, M. B. & Copeland, L. O. (1997) *Seed Production - Principles and Practices* 1 uppl. New York: Chapman & Hall

Navazio, J. & Colley, M. (2007) *Principles and Practices of Organic Spinach Seed Production in the Pacific Northwest* Tillgänglig:
<https://www.seedalliance.org/uploads/pdf/SpinachSeedManual.pdf> [2016-03-30]

Patil, V. N., & Dadlani, M. (2009). Tetrazolium test for seed viability and vigour. *Handbook of Seed Testing*, ss 209-241 Tillgänglig:
<http://seednet.gov.in/PDFFILES/Chapter%2014.pdf> [2016-04-04]

Ryder, E. J. (1979) *Leafy Salad Vegetables* 1 uppl. Westport: Avi Publishing Company, Incorporated

Swiader, J. M., Ware, G. W. & McCollum, J. P. (1992) *Producing Vegetable Crops* 4 uppl. Danville: Interstate Publishers, Incorporated