

Biogasmajs på 50 eller 75 cm radavstånd – hur påverkas skörden?

Biogas maize in 50 or 75 cm row spacing – how is the yield affected?

Frida Wännman Kvantena



Biogasmajs på 50 eller 75 cm radavstånd – hur påverkas skörden?

Biogas maize in 50 or 75 cm row spacing – how is the yield affected?

Frida Wännman Kvantena

Handledare: Sven-Erik Svensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Btr handledare: Jeppa Olanders, SB3

Examinator: Georg Carlsson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

Kurskod: EX0619

Program/utbildning: Lantmästarprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2014

Omslagsbild: Författaren

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

Nyckelord: biogas, majs, avkastning, biomassaskörd



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en 2-årig universitetsutbildning vilken omfattar 120 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 6,5 veckors heltidsstudier (10 hp).

Idén till denna studie om radavstånd i biogasmajs kom från Skånska Biobränslebolaget (SB3) och Sven-Erik Svensson, SLU Alnarp, som även varit handledare för arbetet. Studien har genomförts i samarbete mellan SB3 och Partnerskap Alnarp vid SLU Alnarp.

Ett varmt tack riktas till Lönnstorps försöksstation, Jan-Eric Englund, SLU Alnarp, Patrik Viktorsson, St. Markie, Jeppa Olanders, SB3 samt Ingvar Sundelöf och Gustaf Samuelsson, Väderstad som varit till stor hjälp under arbetets gång.

Ett tack riktas även till Partnerskap Alnarp, SB3 och Väderstad som bidragit med finansiering till försöken med biogasmajsen på St. Markie, PA-projekt 719 ”Optimalt radavstånd och planttäthet vid odling av biogasmajs”.

Resultatet från detta arbete har även presenterats av författaren vid ett NJF-seminarium ”Maize in a cooler climate - from seed to feed” den 24-25 september 2014 i Skepparslöv, Kristianstad.

Georg Carlsson vid Institutionen för biosystem och teknologi, SLU har varit examinator.

Alnarp augusti 2014

Frida Wännman Kvantenaå

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
INLEDNING	5
BAKGRUND	5
SYFTE OCH MÅL	5
AVGRÄNSNING	6
LITTERATURSTUDIE	7
MATERIAL OCH METOD	9
LITTERATURSTUDIE	9
FÄLTFÖRSÖK	9
<i>Försöksplatsen</i>	9
<i>Jordmån</i>	9
<i>Väderförhållande</i>	10
<i>Försöksupplägg</i>	11
<i>Sort</i>	11
<i>Jordbearbetning, sådd och gödsling</i>	11
<i>Provtagning och analyser</i>	12
RESULTAT	13
FÄLTFÖRSÖK	13
DISKUSSION	18
VAD VISAR FÖRSÖKET?	18
EKONOMI	19
FRAMTIDEN	19
SLUTSATS	19
REFERENSER	20
SKRIFTLIGA	20
MUNTliga	21

SAMMANFATTNING

Vid Jordberga i Trelleborgs kommun i Skåne har SBI Jordberga Biogasanläggning startats under 2014. Skånska Biobränslebolaget (SB3) har tillsammans med bönder i området tagit på sig att odla substrat till denna anläggning, ca 100 000 ton per år. Sedan lång tid har lantbrukarna i området erfarenhet av sockerbetsodling, en gröda som odlas med 50 cm radavstånd. Traditionellt har majs odlats med ett radavstånd på 75 cm i Sverige. Majsodlingen på Söderslätt har varit mycket liten och därför uppstod frågan om biogasmajs kan odlas på 50 cm radavstånd istället för 75 cm.

Detta arbete undersöker hur biomassaskörden påverkas av ett minskat radavstånd i biogasmajs. I litteraturstudien har framför allt forskningsrapporter och artiklar i vetenskapliga publikationer använts, men även en del böcker. Ett odlingsförsök med biogasmajs har genomförts och analyserats med hjälp av personal på St. Markie gård, SB3 och SLU, vilket har finansierats av Partnerskap Alnarp, SB3 och Väderstad via PA-projekt 719.

Litteraturstudien visar att det används många olika radavstånd vid majsodling i olika delar av världen. Radavståndet kan till viss del påverka skörden, men att många andra faktorer också spelar in. Odlingsförsöket har varit förlagt på St. Markie gård i närheten av biogasanläggningen. Försöket genomfördes på en lättlera, vilket är en vanlig jordtyp i området.

I försöket visas att 50 cm radavstånd är lika bra som 75 cm, men ingen signifikant skillnad i biomassaskörd kan ses. Däremot ses en signifikant skillnad i biomassaskörd mellan de lägre och högre utsädesmängderna, som varierades från 50 000 till 140 000 frön per ha i försöket.

Baserat på litteraturstudien och det odlingsförsök som genomförts anser jag att det kan vara fördelaktigt att odla biogasmajs på 50 cm radavstånd, för den lantbrukare som redan har en maskinpark anpassad för det radavståndet.

SUMMARY

During 2014 a new facility was started in the south of Sweden, SBI Jordberga Biogas, which is located in Trelleborg municipality. About 100.000 tons of substrate will be needed per year and this will be supplied by Skånska Biobränslebolaget through local farmers. One of the substrates will be maize which, in Sweden, is traditionally grown at a row distance of 75 cm. The area around the biogas facility is not a maize area. The farmers have great experience of growing sugar beets, which is grown at a row spacing of 50 cm. Therefore, all equipment in the area is for a row spacing of 50 cm. This raised the question about whether or not the maize could be grown at the row distance of 50 cm.

This essay will investigate how the biomass harvest is affected by the narrower row spacing. The literature study contains results from research reports and articles in scientific journals. A field trial was conducted with the help of personnel from St. Markie farm, SB3 and SLU. It was funded by Partnerskap Alnarp, SB3 and Väderstad via project PA- 719.

The literature shows that many different row spacings are used in different parts of the world. The row distance can, to some level, affect the harvest but a lot of other things influence this as well. The field trial was carried out at St. Markie farm near the biogas facility on a clay loam, a soil type very common in the area.

The field trial shows that row spacing 50 cm and 75 cm is equal, there is no significant difference in biomass harvest. But it also shows a significant difference between seed rates used in the growing trial which varied from 50.000 to 140.000 seeds per ha.

Based on the literature and the field trial, I believe it can be beneficial to grow maize for biogas at a row spacing of 50 cm when the farmer grows other crops at this row distance, because he already has machinery adapted to it.

INLEDNING

Bakgrund

Skånska Biobränslebolaget (SB3) har i samarbete med flera lantbruksföretag på Söderslätt åtagit sig att leverera odlade grödor, ca 100 000 ton per år, till SBI Jordberga Biogasanläggning, i Trelleborgs kommun. Huvudsakligen odlar de biogasmajs, helsädsensilage och sockerbetor, för produktion av biogas och biogödsel vid anläggningen.

Lantbrukare i området har sedan lång tid erfarenheter av att odla sockerbetor och har därför utrustning till att odla på 50 cm radavstånd. Majsodlingen som traditionellt sker på 75 cm radavstånd i Sverige, har varit i relativt liten skala på Söderslätt och därför uppstod frågan om det var möjligt att odla biogasmajs med radavståndet 50 cm i stället för på 75 cm, med bibehållen odlingsekonomi.

Försök i Sverige och Danmark med foderensilage, för utfodring av nötkreatur, visar att högsta skörd och bästa odlingsekonomi erhålls vid en utsädesmängd på 90 – 110 000 frö per ha, beroende på årsmånen (Geijerstam, 2012). I USA har i odlingsförsök av kärnmajs visat att ju längre norrut, desto viktigare är det att ha ett litet radavstånd för att få en hög skörd. Skördeökningar upp till 10 % har noterats vid odling av kärnmajs i norra USA, om radavståndet minskas från ca 75 till ca 50 cm (Stahl, 2009).

Då det under 2014 startats en biogasanläggning på Jordberga gamla sockerbruk norr om Trelleborg har det funnits intresse från SB3 att se hur dessa idéer om mindre radavstånd kan tillämpas i biogasmajs under sydsvenska förhållanden.

Syfte och mål

Syftet med arbetet är att utreda om biogasmajs ger lika stor biomassaskörd per ha, i södra Skåne, när den odlas på 50 cm i stället för 75 cm radavstånd. Om så är fallet kan lantbrukare i denna region använda stora delar av sin maskinpark för sockerbetsodling, även för biogasmajs.

Målet med arbetet är att med hjälp av en litteraturstudie och ett odlingsförsök i biogasmajs ta reda på hur biomassaskörden påverkas av ett minskat radavstånd, från 75 till 50 cm. Odlingsförsökets mål är att utreda hur biomassaskörden för biogasmajs förändras vid ett minskat radavstånd, 50 cm i stället för 75 cm, och då planttätheten varieras från ca 50 000–140 000 frö per ha.

Avgränsning

Fokus i litteraturstudien har legat på information som kan vara relevant för odlingen av biogasmajs. Majsodling för foder kommer därför inte att tas upp i detta arbete.

LITTERATURSTUDIE

I Sverige odlades 16 210 ha majs under 2009 (Jordbruksstatistisk årsbok). Majs kan odlas på de flesta jordtyper med ett pH-värde på 6-8, men tung lerjord och lätta kalkjordar bör undvikas (Bunting, 1978a). En väl-dränerad lättlera som torkar upp tidigt på våren är det bästa för majsodling. Dock kan det ge problem senare under växtsäsongen om det blir för torrt och marken inte innehåller tillräckligt med vatten (Carr & Hough, 1978).

Man kan se ett samband mellan torrsubstanshalten i majsens och sådatum. Torrsubstanshalten är så klart även knuten till plantans utvecklingsstadium. Man uppnår högre ts-halt vid tidigare sådd (Frank *et al.*, 1999). Vid en sen sådd blir växtsäsongen kort, så även tillväxtperioden, och det kan ge lägre torrsubstanshalt och lägre kolvandel. För att få en hög andel kolvar behövs en låg planttäthet, men detta kan leda till att den totala biomassaskörden blir lägre. Det är vanligt med åtta till tolv plantor per m², men planttätheten varierar beroende av vilken sort som odlas. Wilkinsson (1978) hävdar att en planttäthet över tio plantor per m², dvs. >100 000 plantor per ha, leder till lägre ts-halt.

En majsplanta behöver 300-400 mm vatten under hela sin växtsäsong. Den har rötter som når ca en meter ner för att klara denna vattenförsörjning. Det viktigaste näringsämnet för att få en hög avkastning är kväve (Pain, 1978). Förutom kväve behöver majsplantan lättillgängligt fosfor under sin första tillväxtperiod då fosfor stimulerar rottillväxten. Kalium spelar även en viktig roll då den påverkar plantans tillväxthastighet, men även avkastningen (Weidow, 1998).

Weidow (1998) ger rekommendationen att majs odlas på ett radavstånd av 75 cm och att det sås ca sju frön per meter i såraden, dvs. ca 93 000 frö per ha, vid svenska förhållanden. Traditionellt odlas majs på 76 cm radavstånd i USA, även om avstånden varierar från 38 cm till 102 cm. Radavstånden har minskat, speciellt i de norra delarna av majsbältet eftersom forskning visar en skördeökning vid ett minskat radavstånd. Skördeförändringen då majs odlas med minskat radavstånd sträcker sig från 8 % ökning i norra delen av majsbältet till ingen förändring i de södra delarna. (Smith, 2004)

Det finns ett antal ekonomiska faktorer att överväga vid byte till ett system med mindre radavstånd, så som den odlade arealen, skördenivåer, den potentiella ökningen av skörden samt däcksdimensioner, ålder, skick och storlek på nuvarande utrustning i majsodlingen. (Smith, 2004)

Enligt Thelen (2006) visar litteraturen att skördenivån vid mindre radavstånd påverkas av många andra faktorer så som miljö, utrymme och tillfälliga faktorer på fältet. Därför måste en utvärdering av odlingssystemets användbarhet visa de faktorer som påverkar det minskade radavståndet positivt, neutralt eller negativt.

Äldre litteratur säger att minskade radavstånd har bäst effekt på skörden när alla andra begränsande faktorer har tillgodosetts. Men i nyare vetenskaplig litteratur finns det stöd för hypotesen att minskat radavstånd snarare har en positiv påverkan på skörden när det finns skördebegränsande faktorer, så som begränsad vattentillgång. (Thelen, 2006)

Den största fördelen med mindre radavstånd verkar vara i de nordligare områdena av USA. En sammanställning av 84 rapporter från universitet och lantbruksbranschen i USA visar att i de norra delarna ökade majs kärnskorde med i genomsnitt 8% vid ett radavstånd mindre än 76 cm. (Thelen, 2006)

När majsplantorna fördelas jämnt över fältet minskar konkurrensen mellan plantorna om vatten, näring och ljus. I närvaron av en signifikant avkastningsbegränsande faktor, kommer en högre effektivitet och skörd att uppnås med en mer jämn fördelning av plantorna, då plantorna kan utnyttja de resurser som finns mer effektivt. Därför skulle ökad avkastning vid smalare radavstånd förväntas bli större under mer ogynnsamma odlingsförhållanden. Omvänt, under mera optimala odlingsförhållanden blir vinsten mer försumbar, eftersom de potentiella avkastningsbegränsande faktorerna inte då är begränsande. (Thelen, 2006)

Framöver kommer vi få se fortsatta förändringar av vårt klimat. Detta kommer i Sverige att innebära att medeltemperatur och nederbördsmängden kommer att stiga långsamt (smhi.se).

MATERIAL OCH METOD

LITTERATURSTUDIE

Litteraturstudien har gjorts genom sökningar via bland annat Google, Google Scholar, Epsilon och genom att söka efter källor i andra arbeten som gett intressanta infallsvinklar. Dessa initiala sökningar har sedan lett vidare till forskningsrapporter och vetenskapliga artiklar från olika universitet. Jag har försökt finna material och försök från områden med liknande klimat som området runt Jordberga, men även tittat på andra klimat för att få ett bredare jämförelsematerial.

FÄLTFÖRSÖK

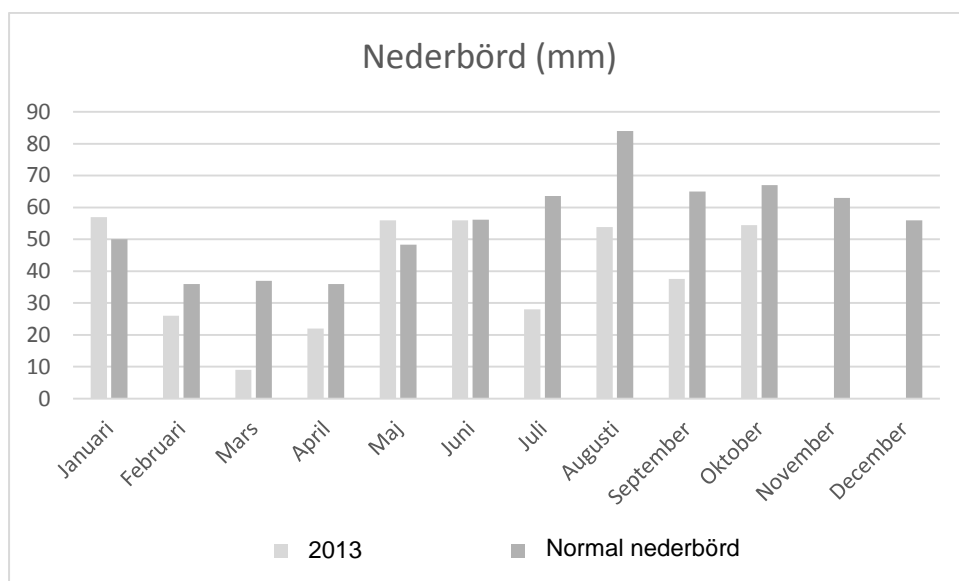
Försöksplatsen

Försöket var förlagt på Stora Markie gård utanför Anderslöv i Trelleborgs kommun. Gården ingår som en av leverantörerna till SBI Jordberga Biogas. På gården finns det duktig personal med erfarenhet från fältförsök. Detta tillsammans med ett gott samarbete gör att fältförsöket har kunnat genomföras på ett bra sätt.

Jordmån

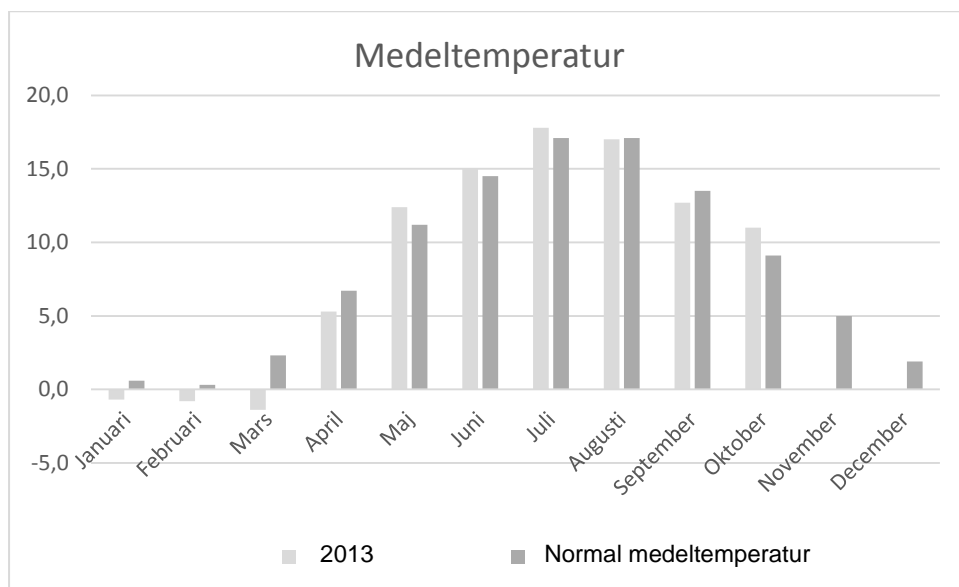
Jorden på fältet där försöket är utfört är en lättlera med fosfor klass III och kalium klass IV. Jorden har ett pH kring 7 (Patrik Viktorsson, pers. medd. 2014). Detta är en ganska vanlig jord för området och ger en bra förutsättning för att få ett försök som visar tillförlitliga resultat för området.

Väderförhållande



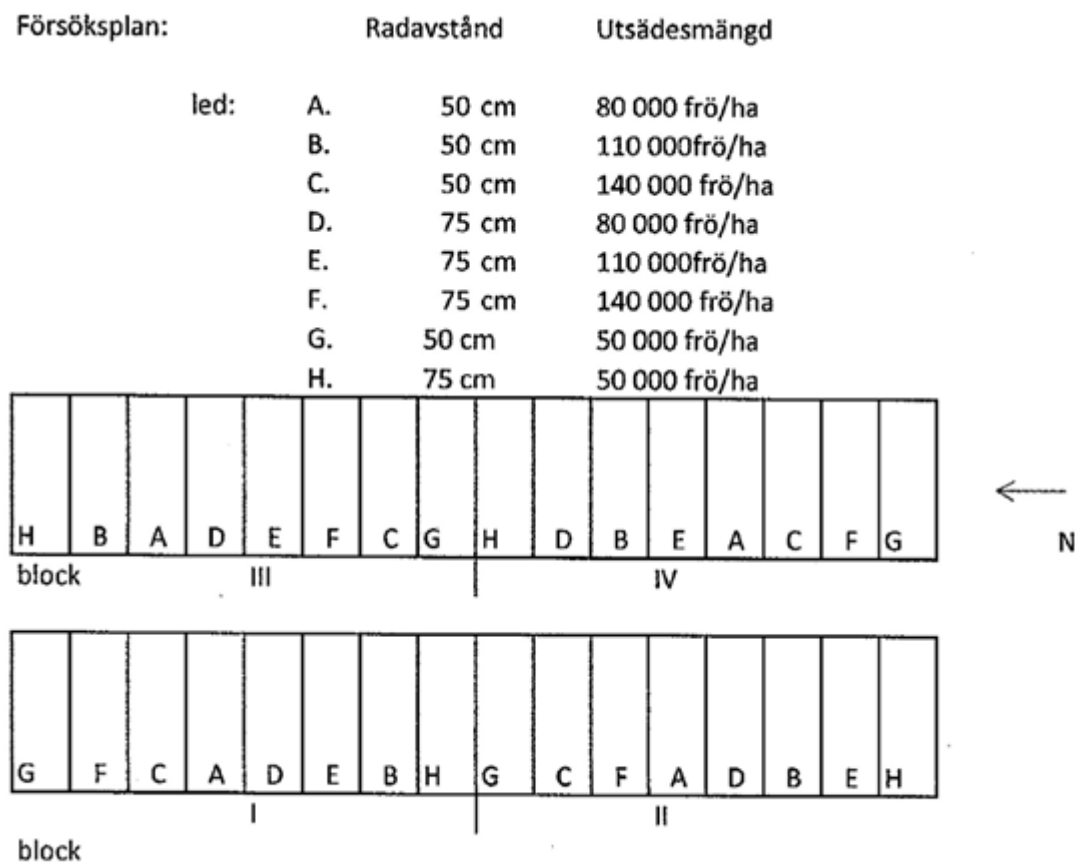
Figur 1. Nederbörden under 2013 vid Jordberga utanför Anderslöv, Trelleborgs kommun, jämfört med normal nederbörd i området.

Odlingssäsongen 2013 innebar något mindre regn än normalt (se fig.1). Under majsens växtperiod från mars till oktober kom det 317 mm regn. Temperaturen under 2013 låg lite över vad som är normalt i området (se fig. 2).



Figur 2. Medeltemperatur under 2013 vid Jordberga utanför Anderslöv, Trelleborgs kommun, jämfört med normal medeltemperatur för området.

Försöksupplägg



Figur 3. Plan för odlingsförsök med biogasmajs på St. Markie gård 2013. Parcellstorlek 6 x 20 m. Led A, B, C och G såddes med såmaskin Tempo 50 och led D, E, F och H såddes med Tempo 75.

Sort

Vid försöket användes en sort som heter Galbi CS. Det är en sort som används både för produktion av fodermais och för biogas. Sorten har hög stärkelse- och fiberhalt och ger mycket hög torrsubstansskörd per ha. (Lantmännens hemsida).

Jordbearbetning, sådd och gödsling

Försöket såddes den 2 maj 2013 med två olika precisionssåmaskiner, Väderstad Tempo 50 och Väderstad Tempo 75 (se fig. 3). Såmaskinerna ställdes in med den utsädesmängd det skulle vara och sedan såddes alla rutor som skulle ha den inställda utsädesmängden. Därefter ställdes maskinen om till nästa utsädesmängd. Försöket grundgödslades med ett NPK-medel som gav ca. 150 kg N/ha, 20-30 kg P/ha och 100 kg K/ha.

Provtagning och analyser

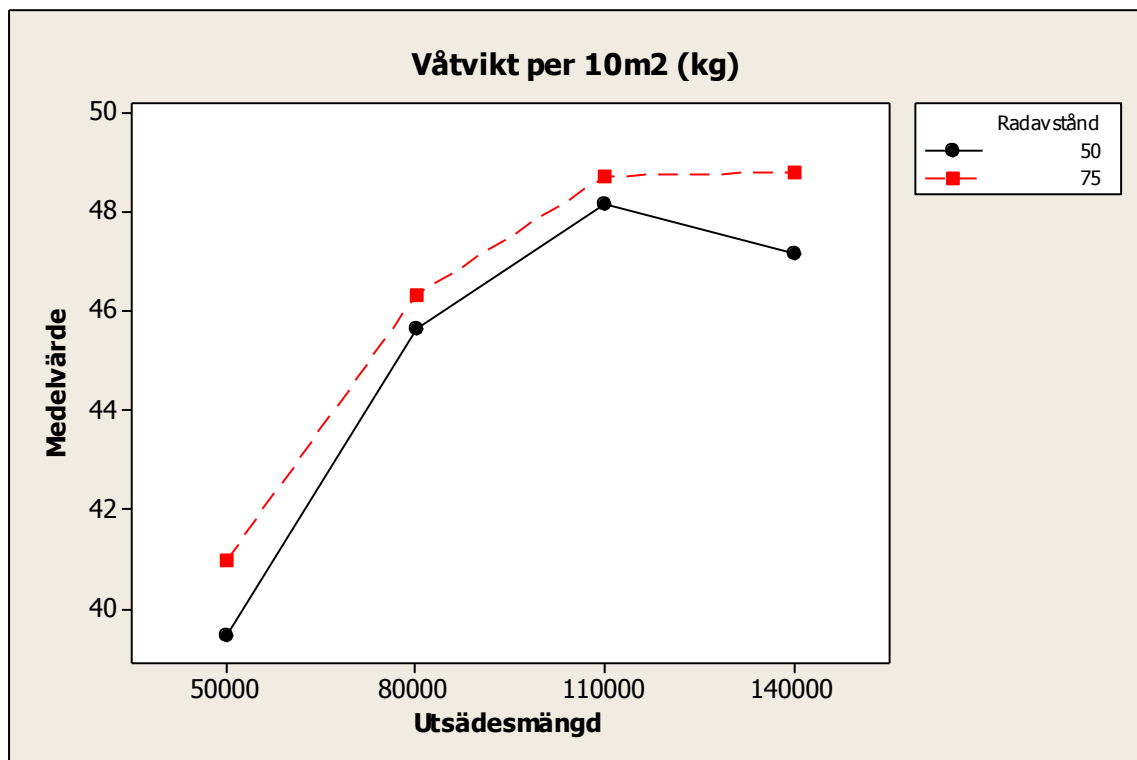
Antalet majsplantor räknades i samtliga parceller under juni månad för att fastställa plantantalet. I oktober skördades försöket för hand. Först klipptes två gånger tio meter i varje ruta. Majsplantorna buntades och märktes upp och transporterades sedan till Lönnstorp på Alnarp. Där de vägdes som hel bunt och uppdelade i kolv resp. stjälk. Antalet kolvar räknades och ett prov med kolv och ett med stjälk torkades för att få fram torrsbstanshalten.

När alla mätvärden samlats in gjordes en statistisk analys med ANOVA tillsammans med statistikern Jan-Eric Englund, SLU Alnarp.

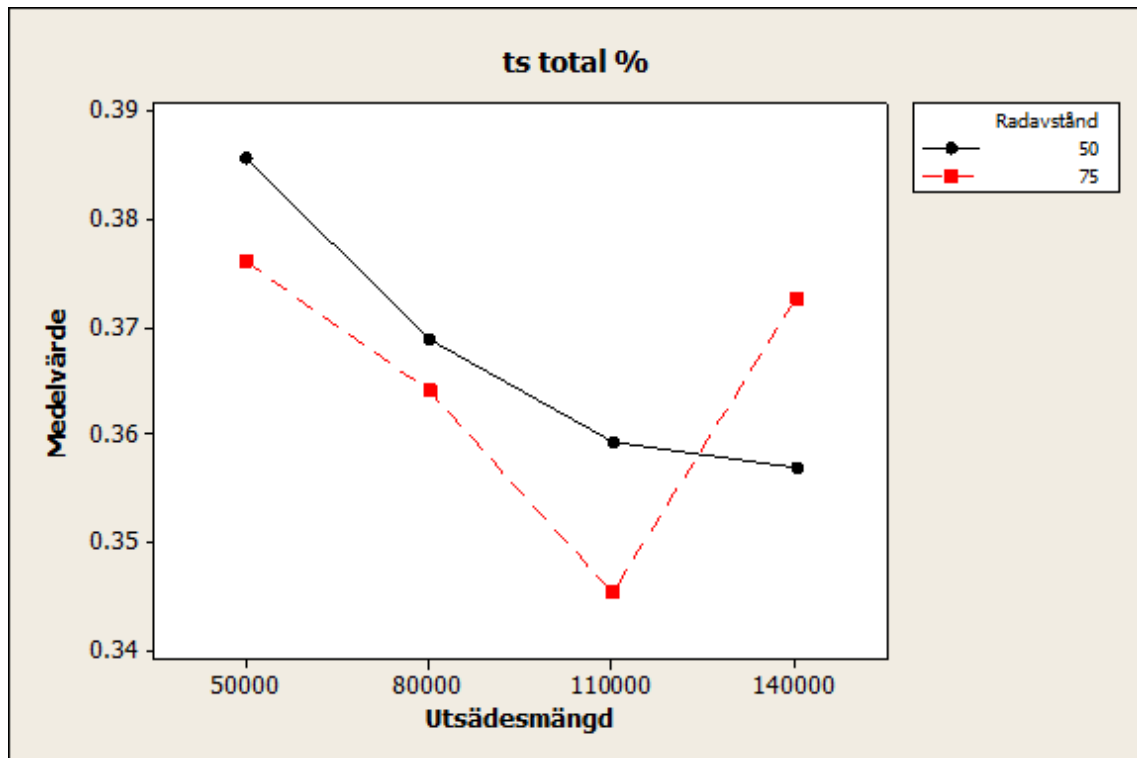
RESULTAT

Fältförsök

Baserat på de data vi samlat in i försöket kan vi inte i första statistiska analysen av våtvikten (kg per ytenhet) se någon signifikant skillnad i biomassaskörd mellan radavstånden (se fig. 4). Däremot fås en signifikant skillnad i biomassaskörd mellan den lägsta och de högre utsädesmängderna.



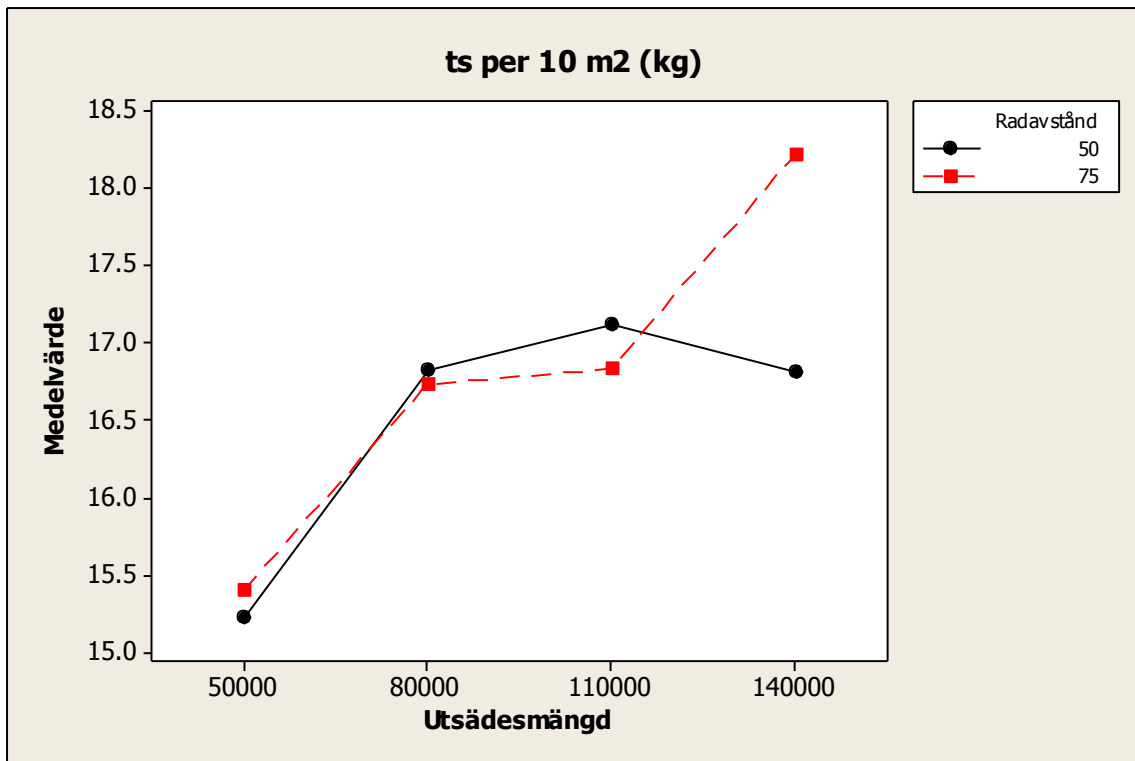
Figur 4. Våtvikt, kg per 10 m².



Figur 5. Torrsubstanshalt (%). Beroende av utsädesmängden.

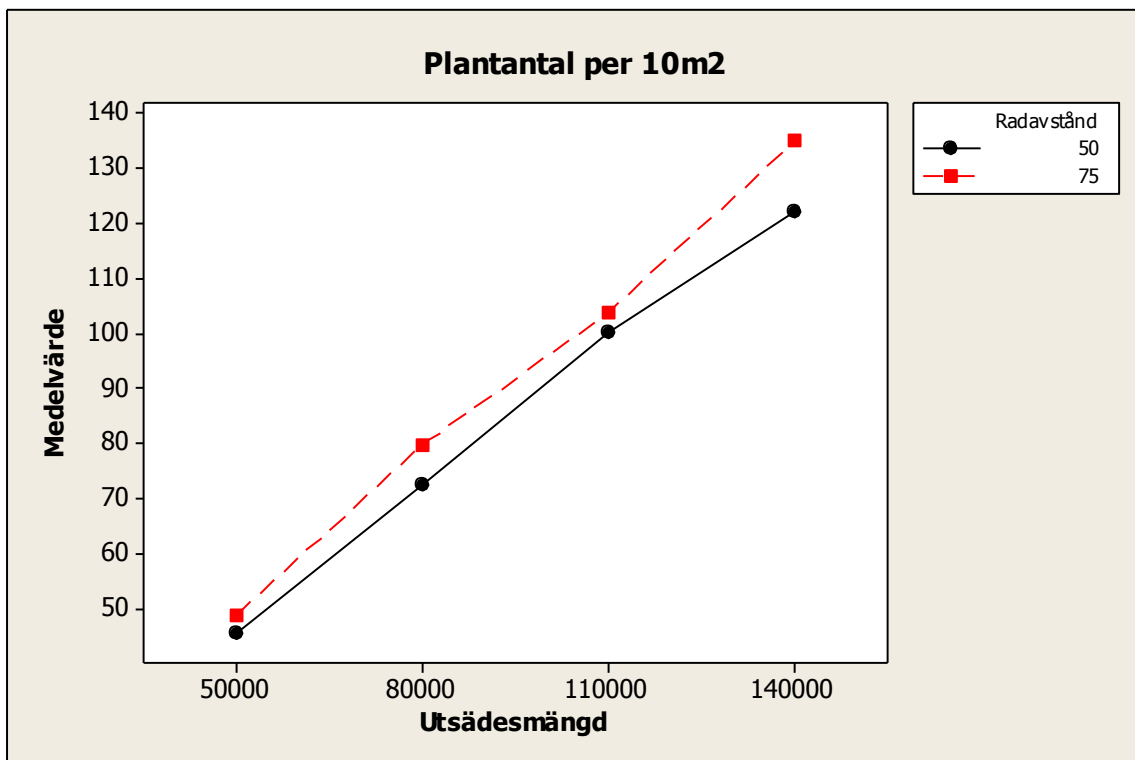
Vid analys av torrsubstanshalten (%) visar sig en effekt av utsädesmängden (se fig. 5).

När torrsubstansskörden (kg per ytenhet) analyseras visar sig ingen signifikant skillnad mellan de två radavstånden. Däremot fås en skillnad mellan den lägsta och de högre utsädesmängderna (se fig. 6).



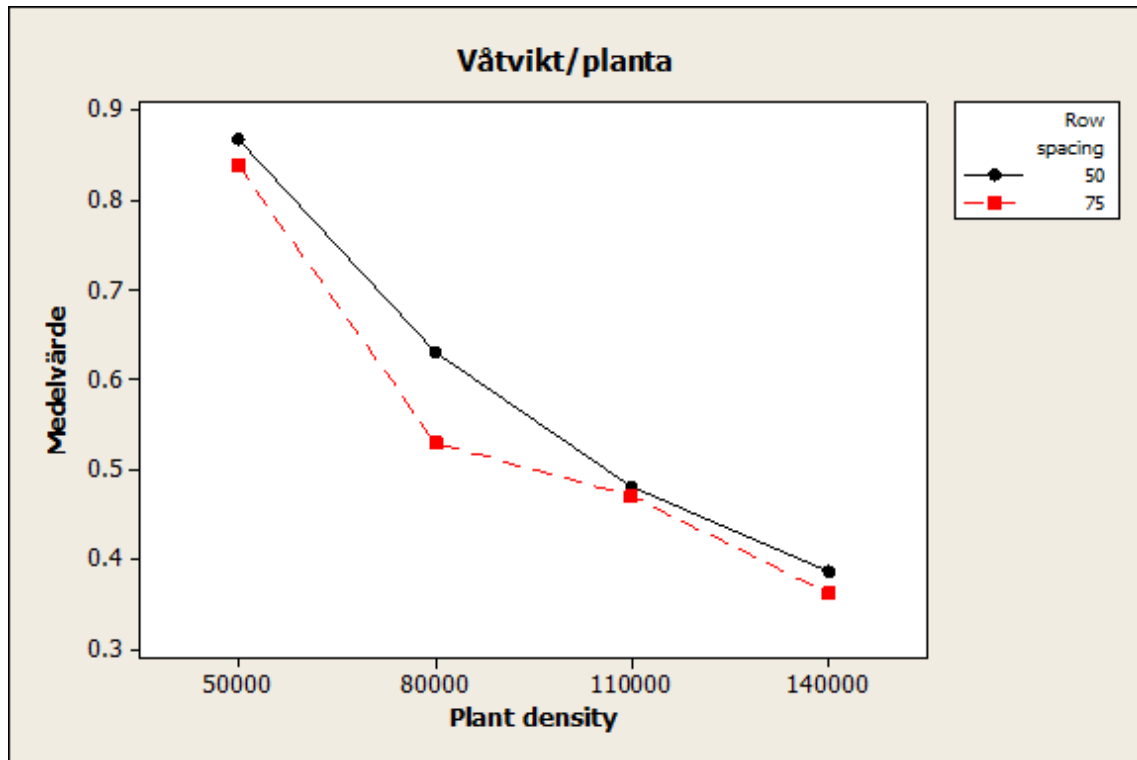
Figur 6. Torrsubstansskörd, kg per 10 m²

I försöket gjordes även en planträkning som visade att antalet planter och inställd utsädesmängd på såmaskinerna skiljde sig mellan de två radavstånden (se fig. 7).



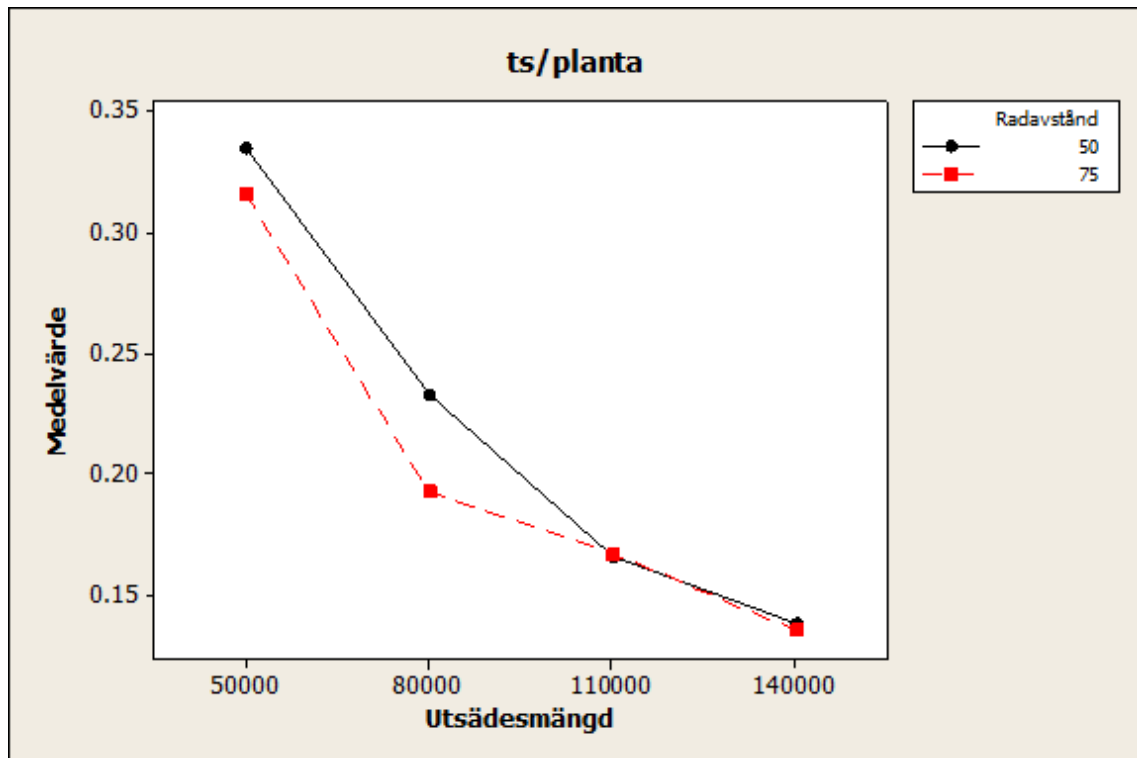
Figur 7. Plantantal per 10 m² räknade för hand på fältet.

Planträkningen visar att genomgående så finns det färre plantor i de rutor som är sådda med Tempo 50, radavståndet 50 cm (se fig. 7). Vid sådden användes två olika såmaskiner och dessa har inte matat ut lika många frön som de varit inställda för. För att kompensera detta fel, skillnad i plantantal per ha, gjordes fler statistiska analyser av det datamaterial vi har fått fram i försöket.



Figur 8. Våtvikt, kg per planta.

För att kompensera för utmatningsskillnaderna hos såmaskinerna genomfördes ytterligare statistiska analyser för våtvikt per planta, istället för per ytenhet (fig. 4). Denna analys visar en fördel för radavståndet 50 cm (fig. 8), med en signifikant skillnad i våtviktsskörd mellan radavstånden (p -värde=0,028).



Figur 9. Torrsubstansskörd, kg per planta beroende på utsädesmängderna.

När den statistiska analysen görs för torrsubstansskörden per planta (se fig. 9), ges ett liknande resultat som för våtvikten per planta (se fig. 8). En signifikant skillnad i torrsubstansskörd finns mellan radavstånden (p -värde=0,045).

DISKUSSION

Vad visar försöket?

Vid den första statistiska analysen av datamaterialet från fältförsöket med biogasmajs såg det ut som att det inte fanns någon signifikant skillnad i biomassaskörd mellan de båda radavstånden, 50 respektive 75 cm.

Efter att vi analyserat datamaterialet ytterligare en gång såg vi att det skiljde i plantantal per ha, mellan 75 cm och 50 cm radavstånd. Vid närmare undersökning visade det sig att såmaskinen Tempo 75 (75 cm radavstånd) hade gett ca 7 % mer utsäde i alla rutor jämfört med Tempo 50 (50 cm radavstånd). Detta var en allvarlig felkälla som vi blev tvungna att fundera över och ta hänsyn till.

I den första analysen kunde ses att det fanns en signifikant skillnad i skörd mellan vissa av utsädesmängderna. Det visade även att högre planttäthet gav större torrsubstansskörd per ha. Då framkom tydligt att det högre plantantalet var till fördel för radavståndet 75 cm, som hade fler planter per ha.

För att kunna få en uppfattning om hur det skulle förhålla sig om plantantalet inte skiljde sig åt, gjordes nya statistiska analyser per planta istället för per ha. Då fanns det en svag fördel för ökad biomassaskörd vid 50 cm radavstånd. Detta resultat stämmer med delar av litteraturstudien där både Smith och Thelen säger att det minskade radavståndet ger en ökning av skörden på nordligare breddgrader.

I litteraturen visas även att en ekvidistant placering av plantorna kan vara fördelaktig vid begränsande odlingsbetingelser, som t.ex. torka. Under odlingssäsongen 2013 föll något mindre regn än genomsnittlig nederbördsmängd för området. Detta kan ha varit till fördel för radavståndet på 50 cm. Dock är jorden på fältet där försöket låg en lättlera, med mycket god vattenhållande förmåga och med majsens rotdjup finner jag det troligt att tillgången på vatten varit alldeles tillräcklig.

Vid genomgång av de resultat vi fått från försöket finner jag att det kunde varit till fördel att få data från flera platser eller fler år. På så sätt skulle vi få mer skördedata att jämföra mellan och då kunna dra säkrare slutsatser. Att vi endast haft en försöksplats gör att vi har fått ett begränsat datamaterial att analysera. Dock anser jag att de resultat vi fått pekar på att odling av biogasmajs på 50 cm radavstånd kan vara ett fullgott alternativ till 75 cm, eftersom biomassaskördarna varit likvärdiga.

Detta skulle då betyda att samma skördenivåer uppnås vid odling av biogasmajs på radavståndet 50 cm som på 75 cm.

Ekonomi

För de odlare som odlar sockerbetor på 50 cm radavstånd finns det ett ekonomiskt värde i att även kunna odla biogasmajs på detta radavstånd, då de har en maskinpark anpassad för radodling på 50 cm. Både Väderstad och Horsch har precisionssåmaskiner som klarar av att så både majs och betor på 50 cm radavstånd. Genom att kunna använda samma såmaskin, radhacka, lantbruksspruta och annan utrustning minskar maskinkostnaden för de företag som odlar båda grödorna. Detta kan stärka både intresset och viljan hos lantbrukare runt om biogasanläggningen på Jordberga att odla och leverera biogassubstrat.

Framtiden

Den förutspådda klimatförändring som vi förväntar oss framöver kommer att öka både medeltemperatur och mängden nederbörd. Detta kommer troligen vara positivt för majsodlingen i Sverige. Då en ökad temperatur ger möjlighet till en tidigare etablering och det i sin tur ger möjlighet till en längre växtsäsong som gör att plantorna kan få mer tid till att utvecklas och växa sig större. Det kommer kunna ge möjlighet för ökade biomassaskördar.

SLUTSATS

Slutsatsen enligt denna studie är att det går lika bra att odla biogasmajs på 50 cm som på 75 cm radavstånd med bibehållen biomassaskörd per ha. Detta baseras på fältförsöket med biogasmajs på St. Markie under 2013 samt genomförd litteraturstudie.

REFERENSER

Skriftliga

Bunting, E.S. 1978a. *Agronomic and physiological factors affecting forage maize production*. In: Forage maize (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 57-85. London: Agricultural Research Council.

Bunting, E.S. 1978b. *Maize in Europe*. In: Forage maize (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 1-13. London: Agricultural Research Council.

Carr, M.K.V. & Houhg, M.N. 1978. *The influence of climate on maize production in North-West Europe*. In: Forage maize (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 15-55. London: Agricultural Research Council.

Corn: Origin, History, Technology and Production, edited by C Wayne Smith, ISBN 0-471-41184-1, 2004 John Wiley & Sons, Inc.

Eriksson, J. 1998. *Hur säkerställs odlingen av silomajs*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, Lantmästarprogrammet. Examensarbete

Frank, B., Detmer, A. & Lidström, E-M. 1999. *Hur får man fram ett bra majsensilage?* Sydsvensk jordbruksforskning, info nr 16, augusti 1999.

af Geijerstam, L. 2012. *Lönsamt med högre utsädesmängd till majs*. Hushållningssällskapet, Rådgivning Agro, Skånskt Lantbruk, nr 2, 2012.

Jordbruksstatistisk årsbok 2010, www.scb.se

Lantmännens hemsida. Uppdaterad 2014-12-10.

https://c4produktkatalog.lantmannen.se/index.php/component/virtuemart/?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl_mol&product_id=9513&category_id=9980

Pain, B.F. 1978. *Nutritional requirements of forage maize*. In: Forage maize (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 87-116. London: Agricultural research council.

smhi.se. Uppdaterad 2014-12-10. <http://www.smhi.se/klimatdata/Framtidens-klimat>

Stahl, L. m.fl. 2009, *Narrow-Row Corn Production in Minnesota*.

<http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/M1266.html>

<http://www1.extension.umn.edu/agriculture/corn/planting/narrow-row-corn-production/>

Swensson C, m.fl. 2010. *Svensk Majsmästare*. Partnerskaps Alnarps-projektet nr 365.
<http://194.47.52.113/janlars/partnerskapalnarp/uploads/projekt/365.pdf>

Tell, J. m.fl. 2010. *Optimerad kväve- och fosforgödsling till ensilagemajs*. HS Skaraborg, rapport nr 5, 2010.
<http://hs-r.hush.se/dotnet/GetAttachment.aspx?siteid=76&id=6715>

Thelen, Kurt D. 2006. *Interaction Between Row Spacing and Yield: Why it Works*. Department of Crop & Soil Sciences, Michigan State University, East Lansing 48824. Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2006-0227-03-RV.

Weidow, B. 1998. *Odling av grönfoderväxter*. In: Växtodlingens grunder(Weidow, B.), 323-328. Stockholm: LTs förlag. ISBN 91-36-03311-1.

Muntliga

Patrik Viktorsson, St Markie gård, 2014

Ingvar Sundelöf, Väderstad, 2014

