

Läget, läget, läget är helt avgörande för att lyckas med odling av majs

SWENSSON, C¹., MUSSADIQ, Z²., GUSTAFSSON, A-M²., & HETTA, M².

¹LANTBRUKETS BYGGNADSTEKNIK, SLU ALNARP & SVENSK MJÖLK, ²INST. FÖR NORRLÄNSK JORDBRUKSVETENSKAP, SLU UMEÅ.

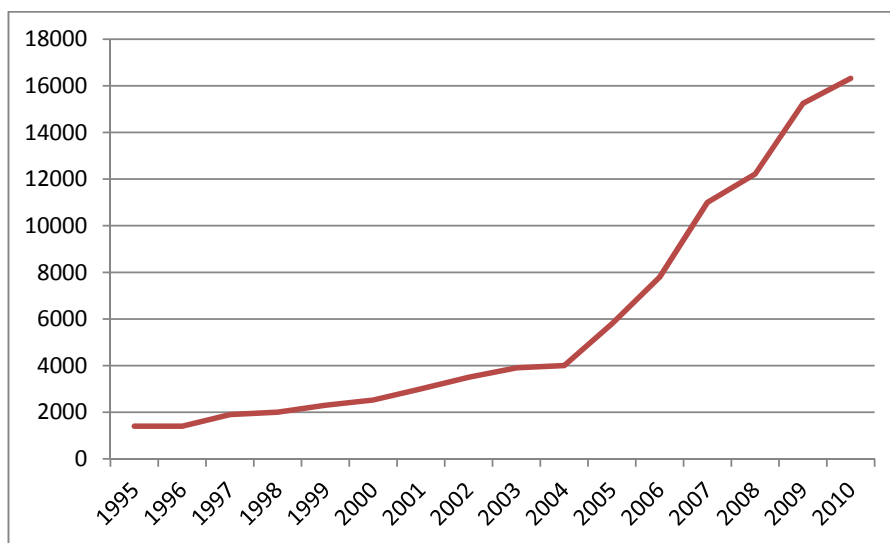
Målet med projektet "Ny metodik för sortprovning av majs till ensilage" (Partnerskap Alnarp projekt nr 307) är att skapa underlag för en rationell och funktionell sortjämförelse av fodermajs i Sverige med ett tydligt jämförelsetal (kg mjölk/ha) som svenska lantbrukare kan använda för att välja rätt majssort för sitt område. Syftet är att förbättra produktionsekonomin i både majsodlingen och i mjölk- och nötköttproduktionen. I detta Faktameddelande presenteras resultat från odlingsdelen. Inverkan av odlingsplats och majs hybrid på majsplantans utveckling, avkastning och näringsvärde har analyserats, både linjära och kvadratiska effekter har använts för att förbättra jämförelsen.

Hur mycket majs odlas i Sverige?

Majsensilage har använts som foder till mjölkkor sedan sextio-talet i Skåne men i liten omfattning (Frank, 1981). Sedan början av 2000-talet har majsodlingen och användning av majsensilage som foder till mjölkkor expanderat kraftigt (Figur 1). Även om odlingen är framförallt koncentrerad till Skåne, västkusten och östra Sverige inklusive Öland och Gotland förekommer odling av majsensilage upp till Mälardalen. I vårt grannland Danmark har användning av majsensilage till mjölkkor mycket stor omfattning – den danska majsarealen omfattar 160 000 hektar – den svenska majsarealen är cirka 16 000 hektar. Den största delen av den svenska majsarealen skördas som majsensilage, endast cirka 1000 hektar används för skörd av kärnmajs.

Varför ökar majsodlingen i Sverige?

En förklaring är ett större utbud av majs-sorter som lämpar sig att odla i vårt klimat. På senare tid har det kommit fram



Figur 1. Majsarealens utveckling mellan åren 1995 – 2010.

nya tidiga sorter med både möjlighet till hög torrsubstansskörd och bra näringsvärde. En annan förklaring är att många mjölkgårdar vill ha en omväxlingsgröda till vallen – majs kan vara en lämplig sådan som dessutom svarar bra på stallgödsel.

Material och metod

Tre olika majssorter, Avenir, Isberi och Burli odlades på tre olika platser, Kristianstad, Skara och Västerås under två år, 2008 och 2009. Jordarten var lättlera i Kristianstad och mellanlera i Skara och i Västerås. De olika majssorterna har olika FAO-tal; Avenir 180, Isberi 190 och Burli 210.

En sorts tidighet dvs. dagar till mognad anges i det internationella systemet FAO-tal. FAO-talet varierar mellan 100 – 1000, ett lågt värde indikerar tidig mognad. FAO-talet grundar sig på majs-kolvens ts-halt. En skillnad på 10 enheter i FAO-talet indikerar 1–2 dagars skillnad i mognad eller 1–2% skillnad i ts-koncen-

tration. Majssorter som rekommenderas för odling i Sverige bör ha ett FAO-tal mellan 180 – 250 (Thorell, 2005). Det motsvarar 1–2 veckors skillnad i mognad.

Ambitionen var att så majs omkring 1 maj, detta fungerade bra i Kristianstad där sådatum blev 30 april bägge åren, Skara 14 maj första året och 2 maj år 2009. I Västerås såddes majs 15 maj år 2008 och 18 maj 2009. Majs sades med 75 cm radavstånd och utsädesmängden var 72 000 frön per hektar. Försöksrutorna var 12 * 3 m med 4 rader. Ogräsbehandling var enligt rekommendation vilket innebär i Kristianstad användes Maister år 2008 och Callisto år 2009. Skara hade samma ogräsbehandling bägge åren, Titus plus Starane. I Västerås användes Callisto bägge åren. I Kristianstad användes insekticiden Sumi-Alpha bägge åren. Av tabell 1 framgår gödningen av majs vid de tre olika platserna.

Tabell 1. Tillförsel av N, P och K (kg ha⁻¹) på de olika platserna

Odlingsplats	År	N	P	K
Kristianstad	2008	190	66	96
Skara	2008	147	23	150
Västerås	2008	120	20	25
Kristianstad	2009	177	48	189
Skara	2009	172	46	0
Västerås	2009	156	26	32

Tabell 2. Medelvärden för värmeenheter (CHU) för de olika sortererna och odlingsplatserna.

CHU	Avenir	Isberi	Burli	Kristianstad	Skara	Västerås
R1	1287 c*	1415 b	1509 a	1310 b	1262 c	1640 a
R2	1620 b	1627 b	1720 a	1496 b	1510 b	1961 a
R3	1854 c	1915 b	1993 a	1792 b	1773 b	2198 a
R4	2029 b	2243 a	2280 a	2184	-	-
R5	2352 c	2503 b	2565 a	2473	-	-

* Medelvärden med samma bokstav i raden är inte signifikant åtskilda

Tabell 3. Dagar efter sådd relaterad till utvecklingsstadium, sort eller odlingsplats

Utvecklingsstadium	Avenir	Isberi	Burli	Kristianstad	Skara	Västerås
R1	79 c	85 b	90 a	83 b	81 c	89 a
R2	96 b	96 b	100 a	92 b	93 b	107 a
R3	109 c	112 b	119 a	105 b	107 b	124 a
R4	117 b	128 a	130 a	125	-	-
R5	135 b	149 a	150 a	145	-	-

* Medelvärden med samma bokstav i raden är inte signifikant åtskilda

Skörd

Vid skörd analyserades majsplantor från de bägge inneraderna, de yttre raderna betraktades som skyddsrad. Fem plantor skördades i samma rad för att få ett representativt prov.

2008 skördades Avenir fyra gånger och Isberi och Burli tre gånger. År 2009 skördades alla hybrider fyra gånger.

Provet torkades vid 60 grader till konstant vikt uppnåddes. Därefter delades plantan upp i stjälk, blad, kolvar och kärnor.

Kemiska analyser

Materialet analyserades med avseende på ts-halt, råprotein, fiberinnehåll (NDF), vattenlösliga kolhydrater och stärkelse. Osmältbar fiber (iNDF) analyserades med hjälp av NIRS och nettoenergivärdet (NEL20) bestämdes enligt Norfor (Volden, 2011). Fibersmältbarheten beräknades enligt formeln (NDF-INDF)/NDF

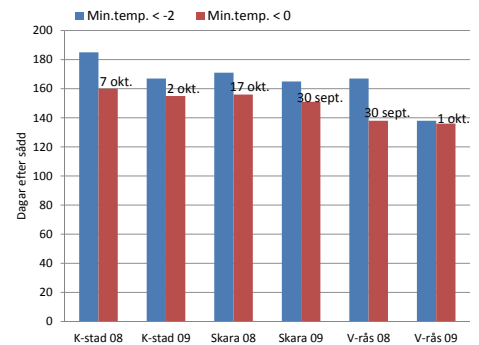
och den organiska substansens smältbarhet bestämdes enligt VOS-metoden.

Beräkning av ackumulerade värmeenheter

För att beräkna ackumulerade värmeenheter (CHU) användes två ekvationer; CHU enligt Kwabiah et al. (2003) och GDD enligt Milner et al. (2005). Båda använder den samlade temperatursumman och maximal temperatur som variabler under säsongen. Dessutom finns det en minimitemperatur där ingen tillväxt sker. I Skandinavien används framförallt CHU.

Majsplantans utveckling

För att följa plantans fenologiska utveckling under säsongen besöktes försöksrutorna ungefär 5-7 gånger fram till skörd. Vid varje besök bestämdes hur stor andel av plantorna som uppnått ett visst utvecklingsstadium. Utvecklingsstadierna fastställdes enligt Ontarios guide för



Figur 2. Dagar efter sådd fram till första dag för noll grader respektive minus två grader.

majsens utveckling (OMAFRA Staff, 2009). Hybriderna graderades beroende på vilket utvecklingsstadium planta befann sig i, från stadium R1 som "inträffar när honblommornas pistiller växer ut i en tofs i toppen av kolven", R2 som inträffar när "kärnorna är vita, fyllda med klar vätska och avskilda från omgivande kolvmaterial", mjölmognad (R3), degmognad (R4), mjölmognad (R5) och fysiologisk mognad (R6). Plantorna ansågs ha uppnått ett visst utvecklingsstadium när hälften av plantorna uppnådde ett specifikt utvecklingsstadium.

Statistisk analys

Den statistiska analysen genomfördes med Minitab 16® (2007) och proc GLM och proc ANOVA. Två olika modeller användes, en modell för att analysera effekten av hybrid, odlingsplats och årseffekt och samspelseffekter. Både linjära och kvadratiska effekter av ökad tshalt beräknades i denna modell. Den andra modellen användes för att analysera inverkan av temperatursummor (CHU, GDD och dagar efter sådd (DAS)).

Resultat och diskussion

2400 värmeenheter anses vara minimum för att odla tidiga majs hybrider i Danmark. Sådatum blev dock minst två veckor senare i Västerås och i Skara år 2009. Ambitionen var att skörda majs vid optimal skördetidpunkt dvs. R5 eller mjölstadium. Som framgår av tabell 2 uppnåddes detta bara i Kristianstad(!). Stadium R5 motsvarar ungefär 2400 värmegrader (CHU). Hur många värmegrader som behövdes för att uppnå ett

Tabell 4. Näringsinnehåll beroende av sort och odlingsplats jämförd vid samma tshalt på de olika odlingsplatserna.

Variabler	Avenir	Isberi	Burli
<i>Kristianstad (tshalt 29,4 %)</i>			
Ts skörd (kg ha ⁻¹)	13999 *	17522 a	18310 a
Stärkelse	310 a	258 b	234 b
Smältbar organisk substans	732 a	709 b	692 c
Råprotein	82 a	81 a	84 a
Fiberinnehåll, NDF	384 b	404 ab	414 a
NEL20 (MJ kg ⁻¹ DM)	5.9 a	5.7 b	5.6 b
pNDFD (g kg ⁻¹ NDF)	802 a	790 b	793 ab
<i>Skara (tshalt 25,2%)</i>			
Ts skörd (kg ha ⁻¹)	9451 b	11550 a	11446 a
Stärkelse	204 a	231 a	191 a
Smältbar organisk substans	705 a	698 a	673 b
Råprotein	93 a	90 a	90 a
Fiberinnehåll, NDF	471 a	457 a	493 a
NEL20 (MJ kg ⁻¹ DM)	5.5 a	5.4 ab	5.3 b
pNDFD (g kg ⁻¹ NDF)	763 a	752 ab	745 b
<i>Västerås (tshalt 20,5%)</i>			
Ts skörd (kg ha ⁻¹)	8085 b	9336 a	9703 a
Stärkelse	79 a	80 a	44 a
Smältbar organisk substans	687 a	683 a	674 a
Råprotein	82 a	77 a	74 a
Fiberinnehåll, NDF	559 a	542 a	543 a
NEL20 (MJ kg ⁻¹ tshalt)	5.4 a	5.3 a	5.3 a
pNDFD (g kg ⁻¹ NDF)	761 a	759 a	763 a

* Medelvärden med samma bokstav i raden är inte signifikant åtskilda

visst utvecklingsstadium framgår också av tabell 2. Det behövdes ungefär 450 extra värmeenheter (CHU) i Västerås jämfört med Kristianstad och Skara. Värdena för Västerås visar tydligt att det behövs fler värmegrader längre norrut för att uppnå ett visst utvecklingsstadium. En förklaring kan vara att högre latituder innebär ljus under fler av dygnets timmar dvs. längre fotoperioder. Enligt Bannayan et al. (2004) innebär det att fler blad utvecklas och att tiden mellan uppkomst och det reproduktiva stadierna ökar eftersom induceringen senareläggs vid längre dagslängd. Sedan tidigare vet man att när temperaturen understiger 10 grader så avstannar majsens tillväxt vilket missgynnar både Skara och Västerås.

Majspantor odlade i Västerås behövde också fler dagar efter sådd för att uppnå samma utveckling som övriga platser.

För att uppnå R1 i Västerås behövdes en extra vecka och nästan tre veckor mer för att uppnå R3 (Tabell 3).

Majsensilaget skall skördas före frost. Ett frostangrepp dödar plantan och den slutar växa. Dessutom blir en planta som är frostsadad ofta angripen av olika svampar. Risken för minusgrader och frost ökar ju längre norrut man är i Sverige men även odlingsplatsens höjd över havet har betydelse. I figur 2 visas hur många dagar efter sådd som minimitemperaturen var under noll grader respektive under minus två grader. För Kristianstad inträffade noll grader bägge åren efter cirka 155 -160 dagar efter sådd, dvs. alla 3 hybriderna hade uppnått skördemognad. I Västerås uppnåddes noll grader före 140 dagar efter sådd vilket innebär att ingen hybrid var skördemogen till ensilagemajs vid första frostknäppen.

Tabell 5. Beräknad tshalt vid maximal skörd och optimala näringsvärden.

Parameter	Tshalt, %
Högst nettoenergivärde (NEL p20)	34
Maximal skörd, kg tshalt	35
Högst smältbarhet för organisk substans	35
Högst stärkelsevärde,	36
Lägst mängd lättlösliga kolhydrater	36
Lägsta fiberinnehåll	39

Sortskillnader

Den tidigare sorten Avenir hade lägst ts skörd på alla odlingsplatserna, å andra sidan var Avenir skördemogen cirka 2 veckor tidigare än övriga sorter (Tabell 4). Den tidiga skörden var förväntad för Avenir på grund av det lägre FAO-talet jämfört med de två övriga sorterna. Det var förvånande att Isberi och Burli följdes åt i plantutvecklingen trots att de skiljer ganska mycket i FAO-tal. Det kan också konstateras att majsplantan behöver minst 4,5 månader på sig för att bli skördemogen (Tabell 3). Vid sådd i slutet av maj innebär det att majsen inte kan skördas förrän i slutet av oktober. Majssorternas tidighet är av avgörande betydelse för att sorten skall lyckas i Sverige. Å andra sidan om majsen skördas för sent – vilket åtminstone är möjligt i Skåne kommer ts-avkastningen att sjunka – eftersom bl.a. majsbladen trillar av ju längre man väntar med skörd.

Fodervärde

I tabell 4 visas torrsubstansskörd och olika näringsparametrar för de olika sorterna och för de olika odlingsplatserna korrekterat till samma torrsubstans. Jämförelsen av sorterna odlade i Kristianstad visar att när torrsubstanshalten är omkring 30 % hävdar sig Avenir mycket väl jämfört med de övriga sorterna med tanke på näringsinnehållet. Nettoenergivärdet är närmare 6,0 MJ per kg ts vilket indikerar att majsensilaget kan konkurrera med vallensilaget när det gäller energiinnehållet. Avenir har också bättre fibersmältbarhet än övriga sorter. Avenir avkastar betydligt lägre, 25%, än de övriga två sorterna.

Vilken tshalt ger högts näringsvärde?

Den statistiska beräkningen visade vid vilken tshalt som maximal skörd och bästa näringsvärdet uppnåddes (Tabell 5). Det ger en indikation på vid vilken tshalt som det är bäst att skörda majs. Som framgår av tabell 5 att skörd vid en tshalt omkring 34-35% är optimalt både med tanke på avkastning och näringsinnehåll.

Undersökningen visar att sorternas tidighet fortfarande är den viktigaste parametern när det gäller att välja majssort. Den är egentligen endast längst ner i södra Sverige som det kan vara aktuellt att ge avkall på tidighet och istället satsa på stor majsskörd. En senare sort hinner i värsta fall inte uppnå optimalt mognadsstadium för skörd vilket innebär att den har för låg tshalt och för låga näringsvärden vid skörd. Odling av majs i Mälardalen får anses som chansartad. Resultaten från Västerås visar att det är viktigt att så majs så tidigt som möjligt för att den skall hinna mogna i tid. Erfarenheten visar att det kan vara svårt att så majs tillräckligt tidigt vilket innebär att det kan bli problem med frost innan majs är klar för att skörda till ensilage.

Slutsatser

- Majssorter skördade vid samma tshalt kan uppvisa stor variation i näringsvärde
- För att få en rättvis jämförelse av olika majssorter bör de sköras vid samma utvecklingsstadium
- Majs odlad i Mälardalen har svårt att uppnå optimalt utvecklingsstadium för skörd till majsensilage
- För att få maximal skörd och optimalt näringsvärde bör majs sköras vid en tshalt mellan 30 – 35%
- Optimalt utvecklingsstadium för skörd uppnåddes bara i Kristianstad för alla sorterna
- Det krävs fler värmeenheter vid högre latituder för att uppnå samma utvecklingsstadium som vid lägre latituder

Referenser

- Bannayan, M., Hoogen, G. & Crout, N.M.J. 2004. Photothermal impact on maize performance: a simulation approach. *Ecological Modelling*, 180:277-290.
- Frank, B. 1981. Majsensilage till mjölkkor. Rapport 90. Inst. För husdjurens utfoeding och vård, SLU.

Kwabiah, A. B., MacPherson, M., & McKenzie, D. B. 2003. Corn heat unit variability and potential of corn (*Zea mays* L.) production in a cool climate ecosystem. *Canadian Journal of Plant Sciences*, 83: 689-698.

Millner, J. P., Villaver, R., & Hardacre, A. K. 2005. The yield and nutritive value of maize hybrids grown for silage. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 48: 101-108

Mussadiq, Z., Hetta, M., Swensson, C. & Gustavsson, A-M. 2011. Plant development, agronomic performance and nutritive value of forage maize depending on hybrid, and marginal site conditions at high latitudes. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, in press.

OMAFRA Staff. 2009. Corn: Development.

Thorell, H. 2005. Majs-historik-odling-sorter Meddelande från Södra jordbruksförsöksdistriktet. Rapport 58 SLU, Institutionen för växtvetenskap, Södra jordbruksförsöksdistriktet. 25:1-4.

Volden, H. 2011. Feed calculations in NorFor. In Volden, H (ed). *NorFor - The Nordic feed evaluation system - EAAP* 130:55-58.

Projektet har genomförts vid Lantbrukets Byggnadsteknik (LBT), SLU-Alnarp och inst. för Norrländsk Jordbruksvetenskap, SLU Umeå. och har finansierats av Partnerskap Alnarp, SL-Stiftelsen och SLF.

Kontaktperson:

Christian Swensson
SLU, LBT

Box 59, 230 53 Alnarp
040-41 50 06 – christian.swensson@slu.se
epsilon.slu.se