

---

# MASKINLØSNINGER TIL PLØJEFRI SÅNING OM FORÅRET I ØKOLOGISK PLANTEAVL, 2018



Udarbejdet af:

Specialkonsulent Frank W. Oudshoorn, SEGES Økologi Innovation

Konsulent Kasper Stougaard, SEGES Plante Innovation

Konsulent Casper Laursen, SEGES Økologi Innovation



STØTTET AF  
**promilleafgiftsfonden**  
for landbrug

# INDHOLDSFORTEGNELSE

1. BAGGRUND OG FORMÅL	3
2. METODE	4
3. FORSØG	6
FORSØGSDESIGN	6
4. RESULTATER	8
MASKINER	8
UDBYTTE	14
FODERKVALITET	16
5. KONKLUSION	18
6. BILAG	19

# 1. BAGGRUND OG FORMÅL

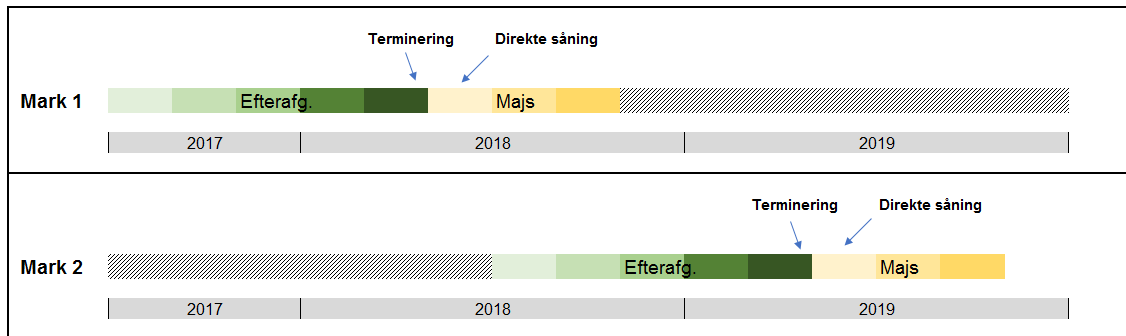
Der er en stigende erkendelse af, at pløjning truer jordfrugtbarheden. Ud over et stort energiforbrug er pløjning med til at oxidere kulstof til CO<sub>2</sub>, mindske jordbiodiversiteten og danne en pløjesål, der hæmmer rodvæksten. Økologisk jordbrug udfordres af genvækst, rodukrudt og frøukrudt ved pløjefri dyrkning, og derfor skal der udvikles eller tilpasses nye strategier, såsom "Conservation Agriculture", hvor jorden holdes afgrødedækket. Ved at holde overfladen grøn, hæmmes væksten af rodukrudt, og den biologiske aktivitet i jorden vedligeholdes pga. levende rødder og uforstyrret vækstlag. At kunne standse en voksende afgrøde og efterfølgende etablere en ny afgrøde uden brug af Roundup er udfordringen, som tages op. Afhængig af, hvilken afgrøde der ønskes etableret, skal teknikken til terminering af væksten tilrettelægges forud og times perfekt. Ligeledes skal rette såteknik og såmaskine anvendes.

## **Formål**

Formålet er at sammenligne de udvalgte teknikker, som er til rådighed til terminering af vækst i overvintrende efterafgrøder, sådan at der efter behandling kan sås en vårafgrøde uden pløjning. Pløjefri landbrug kan forbedre jordfrugtbarheden og samtidig vil mindre forbrug af fossilt brændstof og formindsket oxidering af kulstof betyde mindre klimapåvirkning.

## 2. METODE

Der er gennemgået teknikker, som bruges til terminering af voksende afgrøde uden pløjning og/eller kemi, samt udført et praktisk forsøg med de maskinløsninger, der blev fundet brugbare til dansk økologisk produktion. Figuren nedenfor illustreres markens afgrødedække samt tidspunkt for terminering af væksten i overvintrende afgrøde og direkte såning af majs.



Figur 1: Årligt afgrødedække ved brug af metode, hvor overvintrende afgrøde termineres i foråret, og der sås majs direkte i afgrøderesterne. Som figuren viser, holdes landbrugsarealet afgrødedækket hele vinterhalvåret. Illustrationen viser plan for brug af metoden i projektperioden, som strækker sig over en 2-årig periode (2018, 2019) og foregår på to forskellige økologiske arealer.

Efter terminering af afgrøde og umiddelbart efter såning af majs i maj er der løbende foretaget registreringer i alle storparceller og afslutningsvis høstet udbytte og analyseret for foderkvalitet i udvalgte parceller. Høst er foretaget manuelt på repræsentative arealer, mens såning er foretaget med Horsch Maestro 12 SW majssåmaskine i alle parceller. Forsøget er placeret hos en økologisk forsøgsvært ved Rask Mølle i Østjylland. Der blev valgt et areal tilsået med vinterrug, da den oprindeligt, rettidigt såede efterafgrøde ikke udviklede sig tilfredsstillende. Marken er JB1 uden mulighed for vanding og måler ca. halvanden hektar og var i forsøgsåret under omlægning (2. år).

Der er foretaget vurderinger og/eller registreringer for følgende forhold:

### Fysiske parametre

- Dieselforbrug (udskudt til 2019)
- Indflydelse på jordpakning (udskudt til 2019)
- Arbejdstidsforbrug
- Arbejdssværhedsgrad

### Kvalitative parametre

- Terminering af vækst
- Jordstruktur
- Ukrudtsfremspiring
- Genvækst
- Fremspiring af majs
- Udbytte
- Plante- og kolbetal

Følgende maskinløsninger til terminering af afgrøde er afprøvet:

- Overfladefræsning – Rath Geohobel m/u overfladekompostering
- Roller Crimper (Knivtromle)
- Imants Spading maskine
- Skrælpøjning med almindelig vendepløj
- Slagleklipper (brakpudser)

Maskinløsningerne er vist på billederne herunder og beskrevet i detaljer i et senere afsnit. Senere linkes også til videopræsentationer af de forskellige maskinløsninger.



Figur 2: Rath geohobel. Overfladefræsning af vinterrug med og uden overfladekompostering.



Figur 3: Roller Crimper. Knivtromle til at stoppe væksten i vinterrug.



Figur 4: Imants Spading. Fræsning og indarbejdning af afgrøderester i jorden. Arbejde udført i brakpudset vinterrug.



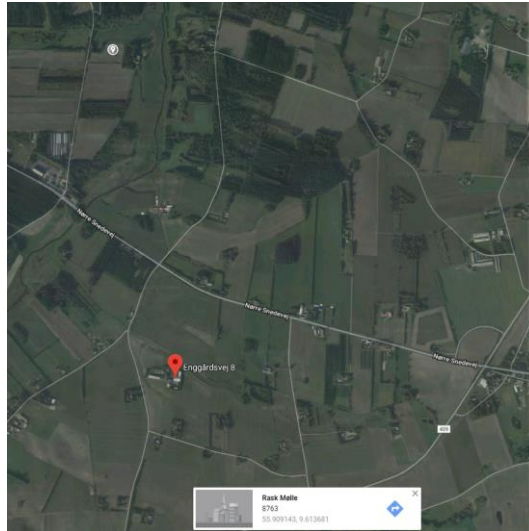
Figur 5: Skrælpøjning. Overfladisk pløjning og ingen yderligere såbedsforberedelse.



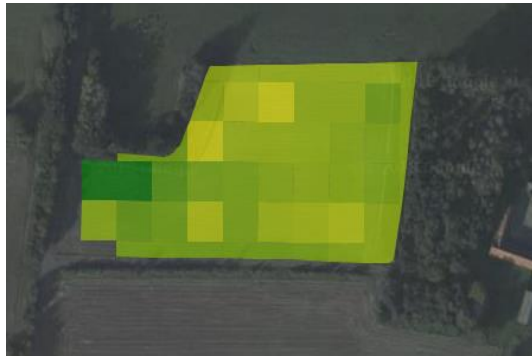
Figur 6: Slagleklipper/brakpudser. Afpudsning af vinterrug.

### 3. FORSØG

Forsøgsarealet ligger hos økologisk mælkeproducent og majsdyrker ved Rask Mølle i Østjylland (figur 7). Markens opmåling og homogenitet ses illustreret nedenfor (figur 8-9) via NDVI-satellitmåling.



Figur 7: Forsøgsarealets beliggenhed. Marken er lokaliseret ved den grå markør (øverst til højre), som også har koordinaterne i den hvide tekstboks i bunden.



Figur 8: NDVI-satellitmåling til bedømmelse af markens homogenitet.



Figur 9: Opmåling af udvalgt mark. Størrelse: 1,57 ha; ca. 180 x 90 m.

### FORFORSØGSDSIGN

I 2018 er forsøget med terminering af overvintrende afgrøde gennemført som demonstrationsforsøg i storparceller/brede striber. Striberne er afmålt efter maskinernes arbejdsbredde, således at markarbejdet kunne foretages under samme forhold som i praksis og med forsøgsværtens egne maskiner.

Forsøget blev designet således, at alle behandlinger er gentaget 2 gange i 9 meter brede striber igennem hele marken (10 striber i alt). I praksis blev der grundet nogle maskinløsningers uforudsete udfordringer ændret på forsøgsdesignet. Der blev indsat en ekstra behandling, mens 2 striber blev stående uberørt, da Imants Spading mod forventning viste sig ikke at kunne arbejde i den kraftige afgrøde. Forsøgsdesign illustreres på figur 10.



Figur 10: Forsøgsdesign med 11 behandlinger. De orange striber er parcelgrænser. De forskellige behandlinger står beskrevet (med rødt) i parcellerne. Det blå område er til indstilling af maskiner.

Behandlingerne (som vist på figur 10) er som følger:

- Behandling 1: Brakpudsning + overfladisk pløjning
- Behandling 2: Brakpudsning + Imants Spading
- Behandling 3: Brakpudsning
- Behandling 4: Overfladefræsning m. overfladekompostering
- Behandling 5: Rugen bliver stående (Imants Spading mislykkedes)
- Behandling 6: Roller Crimper
- Behandling 7: Brakpudsning
- Behandling 8: Rugen bliver stående (Imants Spading mislykkedes)
- Behandling 9: Roller Crimper
- Behandling 10: Overfladefræsning u. overfladekompostering
- Behandling 11: Brakpudsning + overfladisk pløjning

I det følgende afsnit beskrives de behandlinger og maskinløsninger, som er brugt og vurderet i forsøget. Der kan ligeledes tilgås videobeskrivelser af maskinerne.

## 4. RESULTATER

Herunder følger først en beskrivelse af de klimatiske udfordringer, som forsøget var udsat for i 2018, samt en status på, hvad det betød for projektets resultater. Så følger et afsnit om maskiner, som omhandler a) bevæggrunden for valg af maskine/metode, b) indstilling og udfordringer med de forskellige maskiner på dagen for markbehandlingerne (inkl. videobeskrivelser) og c) de registreringer, som der er gjort løbende i majsens vækstperiode. Dernæst følger afsnit om udbytte og udbyttepotentiale og til sidst foderkvalitet i de høstede behandlinger.

### TØRKE STATUS

I 2018 fandt en yderst alvorlig tørkehændelse sted, og landbruget og særligt dets vårsåede afgrøder blev hårdt ramt. Tørken kom til udtryk i absolut minimal mængde af nedbør i maj, juni og juli måned. Dette kom endda efter en våd vinter, hvor mængden af arealer med vårsåede afgrøder var større end normalt som følge af, at en del vinterafgrøder måtte sås om. Dette var også tilfældet ved Rask Mølle i Østjylland, hvor den direkte såede majs (uvandet JB1) led under den manglende vand. Særligt omkring blomstring (stadie 61-65) er majs følsomme overfor tørke<sup>1</sup>, og man forventer her en udbyttenedgang på 1000-4000 FEN/ha (~ 1170-4680 kg ts/ha). I en økologisk afgrøde er det op mod halvdelen af det forventede udbytte (7200 FEN/ha ~ 8424 kg ts/ha)<sup>2</sup>. Grundet ovenstående havde både majsens fremspiring og udvikling dårlige vilkår i 2018, og der blev løbende taget beslutning om, at kun nogle parceller skulle høstes (udbytte, foderkvalitet), da høst af de andre parceller ikke gav nogle brugbare svar. Ligeledes er enkelte af markbehandlingerne ikke gået som planlagt. Der er her gjort nogle maskinelle- og timings relaterede erfaringer, som tages med ind i projektets andet forsøgsår. Samlet set har udfordringerne medført, at der er høstet udbytte i parceller med 1) skrælpøjning, 2) overfladefræsning med overfladekompostering og 3) overfladefræsning uden overfladekompostering. Parceller behandlet med brakpudser, Imants Spading og Roller Crimper er ikke høstet.

### MASKINER

Generelt er de nedenstående maskinelle løsninger valgt, fordi de gør det muligt at undvære eller reducere behovet for pløjning. Pløjning kræver brug af store mængder energi, som oftest kommer fra fossilt brændstof med negative klimapåvirkninger til følge. Ligeledes medfører pløjning jordpakning, og jorde med dårlig struktur og jordkvalitet skaber generelt dårligere vækstbetingelser. Jordpakning kan også bevirke mindre afstrømning til overfladevand, som kan tage næringsstoffer med, og dermed være årsag til algevækst og iltsvind. Mindre pløjning kan også på sigt give forøget kulstofprocent i de øvre jordlag, og dermed modvirker sandflugt på sandjorde, og tilslemning på lerjorde.

### VALG OG BESKRIVELSE AF MASKINE/METODE TIL FORSØG

Rath Geohobel (overfladefræsning m/u overfladekompostering): [Videobeskrivelse](#)

Metoden er valgt, fordi den overfladiske fræsning, hvor de øverste centimeter af jorden blandes op med afgrøderesterne, ville kunne igangsætte en komposteringsproces, som vil forhindre efterafgrøden i at gro videre, samt forhindre ny ukrudt i at spire. Overfladekompostering har rod i biodynamisk dyrkningspraksis, hvor man mener at vide, at tilførsel af mælkesyre kan hjælpe til at booste denne proces, hvilket gør metoden oplagt til dette projekt-formål. Overflade kompostering skal ske 10 dage før såning for at opnå den ønskede effekt. For at se effekten er der i forsøget

<sup>1</sup> Andersen MN, Heidmann T, Plauborg F. [Hvornår er tørke mest farlig?](#) I Sammenlægning af indlæg: Plantekongres 2007. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. 2007. s. 284-285

<sup>2</sup> Kilde: MarkOnline



foretaget behandling med overfladefræsning 10 dage før såning både med og uden tilførsel af mælkesyrebakterier. Der er tilstræbt at tilføre 200 l/ha af en godkendt blanding med mælkesyrebakterier.

Roller Crimper/knivtromle: [Videobeskrivelse](#)

Dyrkningssystemet har sin oprindelse i USA på Rodale Institute i Pennsylvania, hvor Jeff Moyer har opfundet en knivtromle (Roller Crimper på engelsk), som kan monteres foran på traktoren og derpå køres igennem en efterafgrøde. Afgrøden lægges ned og knivene på tromlen knækker afgrødestænglen for ca. hver syvende cm. Dermed stoppes afgrødens vækst, mens afgrøden stadig sidder fast i jorden. Dermed skabes en afgrødemåtte på jorden, som skal hæmme ukrudtsvækst samtidig med, at der ikke bliver problemer med slæbning af afgrøderester ved såningen, som efterfølgende foregår direkte i afgrødemåtten. Optimalt gøres nedrulning af afgrøde og såning af majs i en og samme overkørsel – det er dog ikke tilfældet i indeværende forsøg. Roller Crimper systemet vinder indpas i de økologiske miljøer i middelhavsområdet, hvor man i de områder med mest gunstige forhold (fx Donaualen) har opnået bemærkelsesværdige og væsentligt højere udbytter end hos deres konventionelle naboer, som har samme jord og klima til rådighed. Her er der ovenikøbet heller ikke tilført gødning i mere end et årti, da den benyttede efterafgrøde foruden rug også indeholder den kvælstoffikserende vintervikke, som skaber den næring, som den direkte såede afgrøde (her: Sojabønner) har brug for.

Imants Spading: [Videobeskrivelse](#)

Imants Spading er en interessant maskine, som ikke er så udbredt i Danmark. Den bruges af et par danske grønsagsdykere, som har etableret deres gulerodskammer efter at have kørt med Imants Spading maskinen, så de passer med arbejdsbredden på maskinen. Spaderullen på maskinen kræver mange kræfter at trække igennem jorden, da den arbejder i relativt stor dybde, og jorden og den afpudsede afgrøde dermed blandes dybt i jorden. Valsen afretter efterfølgende jorden, så såbedet er tjenligt.

Skræpløjning:

Skræpløjning blev oprindeligt udført om efteråret, i en dybde på 10-15 cm, for at danne en løs jordlag, hvor ny fremspiret ukrudt kunne harves væk og kvikrødderne udsultes. Det kræver betydeligt mindre energi at trække plovskæret igennem i denne dybde, og danner mindre pløjesål, da jorden er mindre plastisk i overfladen. Ofte kan skræpløjning foregå "on-land", hvilket i sig selv giver mindre jordpakning, når man ikke kører nede i furen.

Slagleklipper/brakpudser:

Argumentet for at så direkte i en brakpudset afgrøde er først og fremmest, at brakpudseren i forvejen findes på rigtig mange landbrug. Det vil derfor være en kort vej til reduceret jordbearbejdning, hvis majsen, som i denne behandling sås direkte i den afpudsede afgrøde, kan få et forspring og udvikle sig på trods af forventet genvækst i rugen. Desuden er jorden ved brug af denne metode fuldstændig uberørt med de fordele, som dermed følger.

## INDSTILLING OG UDFORDRING

Maskinerne var generelt udfordret af den kraftige afgrøde og rugens seje strå, som er svære at knække og slå i stykker. Var rugen sået som en efterafgrøde med rug fremfor her, hvor rugen er sået som en hovedafgrøde, ville udsædsmængden have været mindre og afgrødedækket mindre kraftigt. Det ville formentlig have forbedret maskinernes performance i marken. Slagleklipperen/brakpudseren klarede den kraftige afgrøde, men ville formentlig have været udfordret, hvis der havde indgået raps eller anden afgrøde med kraftig stængel.

Rath Geohobel (overfladefræsning m/u overfladekompostering):

Ønsket om en meget overfladisk bearbejdning af jorden udfordrede maskinen, som ellers generelt gjorde et godt arbejde. På trods af en smal arbejdsbredde på 2,30 meter betød den stive konstruktion, at det selv ved små ujævnheder, som fx kørespor, ikke var muligt at bearbejde jorden jævnt i de ønskede 2-3 cm i hele arbejdsbredden. Det betyder, at der er risiko for genvækst i afgrøden i de områder af marken, hvor fræseren ikke har kunnet lave et optimalt arbejde. Overfladefræseren fra Rath havde tendens til at vikle afgrøden omkring akslen, men jordbearbejdningens tidlighed (10 dage før såning, hvor afgrøden endnu ikke var gennemskredet) gjorde viklingen mindre udtalt. Det vil dog stadig være tidskrævende at fjerne rugen så ofte som nødvendigt ved fræsning af et større areal.

Roller Crimper/knivtromle:

Roller Crimperen består af en tromle med påsvejsede vinkelprofiler, som skal knække afgrøden ned og skade strået/stilken så meget, at genvækst ikke forekommer. Der blev eksperimenteret med forskellige hastigheder og med at lægge tryk på rullen ved hjælp af traktorens frontlift. Den kraftige afgrøde og rugens seje strå stillede store krav til maskinen. Havde vinkelprofilerne været mere aggressive/skarpe, havde der måske været større chance for et tilfredsstillende resultat, hvor samtlige strå i den tykke måtte blev knækket. Det var dog ikke muligt her, da der ikke kunne ligges nok tryk på knivtromlen. En knivtromle med mere aggressive vinkelprofiler og mulighed for at ligge mere vægt på tromlen (fx med vand i tromlen), vil være at foretrække i fremtidige forsøg.

Imants Spading:

Spadeharven fra Imants blev afprøvet på et område, hvor afgrøden var intakt, og på et område, hvor afgrøden var slået af med slagleklipper. I begge tilfælde havde maskinen problemer med at indarbejde de store mængder afgrøderester i jorden på en måde, som kunne sikre et homogent såbed. Der opstod lommer, hvor kernerne ville blive placeret i afgrøderesterne med dårlig fremspiring til følge. Maskinen krævede desuden høje omdrejninger og meget lav fremkørselshastighed. Ved højere hastighed kunne spadeharven ikke fastholde arbejdsdybden, men kravlede oven på jorden. Kapaciteten på Imants Spading-maskinen var altså i dette tilfælde lav og de samlede omkostninger høje.

Skrælplojning:

Skrælplojning, som blev foretaget i ca. 15 cm dybde, lykkedes med tilfredsstillende resultat, når det tages i betragtning, at der skulle indarbejdes relativt store mængder afgrøderester efter brakpudseren, og at der ikke blev anvendt en decideret skrælplov. Optimalt og ensartet resultat vurderes at kunne opnås ved at anvende en skrælplov, og det bør overvejes i forsøgets andet år.

## REGISTRERINGER

Der er i løbet af majsens fremspirings- og vækstsæson registreret forskellige kvalitative og kvantitative forhold i de forskellige arealer. Registreringerne er, grundet tørkesituation og den dermed følgende dårlige fremspiring og vækst samt beslutningen om kun at høste nogle parceller, kun udført delvist i den sidste halvdel af vækstsæsonen. Marken er fulgt tæt, og visuelle vurderinger og registreringer er foretaget ca. hver anden uge. Resultaterne af registreringerne rapporteres i det følgende på prosaform, og der lægges særligt vægt på de høstede parceller:

Overfladefræsning:

For behandling 4 og 10 er de visuelle vurderinger og registreringer tæt på ens, og de kommenteres derfor her under samme afsnit. Fremspiringen i de to parceller var meget tidlige (uge 20), og fremspiringsprocent (100 pct.) og plantetal (8-9 pl. pr. løbende meter) var sammenlignelige med

dem fra de pløjede parceller. Væksten i disse parceller så i løbet af fremspirings- og vækstperiode, hvor der næsten ingen nedbør faldt, ud til at være endnu bedre end i de pløjede parceller. Fremspiringen og den efterfølgende vækst var generelt længere fremme, hvor der var foretaget overfladefræsning. I den ene af parcellerne var der en stribe med rug, som ikke var blevet termineret – dette tilskrives mangelfuldt markarbejde og ikke valg af jordbearbejdning. Parcellerne er grundet den store mængde afgrøderester ikke radrenset. Afgrøderester og lille nedbør resulterede i meget lavt ukrudtstryk (0-2 pct. dækning), og kun lille genvækst af rug (4-10 pl. pr. m<sup>2</sup>). Ukrudtstrykket forstørredes med nedbøren og de på det tidspunkt afsvedne afgrøderester i sensommeren, men det vurderedes at være uden betydning for udbyttet pga. den fremskredne vækst.

29. maj 2018

5. juni 2018

19. juni 2018



#### Roller Crimper:

Forventningen til de knivromlede parceller var stor efter maskinens gode arbejde i marken, men fremspiringen udeblev. Opgravede frø havde sat rodspire, men ikke gjort antræk til andet. Frøene var ofte blevet pakket ind i/dækket af nedlagt rug, og sammen med den manglende fugt i jorden vurderes det at være årsag til den manglende spiring. Den første fremspiring kom enkelte steder i uge 25, men her vurderes afgrøden allerede at være sat så langt tilbage, at en eventuel høst ville være utænkelig. Plantetal på max. 1 pl. pr. løbende meter. Væksten var også dårlig efter den begrænsede fremspiring. Ukrudtsdækningen i parcellen har igennem hele vækstperioden været på 0 pct., da den nedrullede afgrøde har dækket fint af for ukrudtsfremspiring. Genvæksten (eller oprejsning af knækkede stængler) var til gengæld stor, og det har hæmmet væksten hos de få fremspirede planter. Majssåningen foregik med både et såskær og et gødningsskær i jorden lidt forskudt af hinanden (selvom der ikke blev tildelt gødning ved såning), og dette ekstra skær kan have medvirket til den dårlige fremspiring. Gødningsskæret gik i jorden lidt forskudt fra og lidt efter såskæret, og det skubbede dermed måtten af afgrøderester fra gødningsskærets bane hen ovenpå den nyligt såede majs.

29. maj 2018



5. juni 2018



19. juni 2018



#### Imants Spading:

Imants spading kunne ikke klare den store afgrøde, og derfor blev maskinen afprøvet på en brakpudset stribe. Arealet var først brakpudset og derefter bearbejdet med Imants Spading, hvilket resulterede i et umiddelbart flot såbed. Ved nærmere undersøgelse var såbedet dog ujævnt grundet den store afgrødemasse og med "lommer" af afgrøderester. Der forventedes efter etablering en godkendt fremspiring. Fremspiringen kom dog først sent (uge 23) og bar præg af, at såbedet var ujævnt. Der blev observeret meget lille ukrudts- (0-1 pct.) og genvækstdækning (0-2 pct.) i parcellen. Der var stor forskel på fremspiring og vækst ned igennem storparcellen, hvor planterne kom godt i enkelte dele af rækker (80-100 pct. fremspiring) og var helt fraværende i andre rækker (0 pct. fremspiring). Maskinens arbejde i de mange afgrøderester har ikke været tilfredsstillende, og generelt vurderedes behandlingen ikke at være tilstrækkelig god og jævn nok til at blive høstet.

29. maj 2018



5. juni 2018



19. juni 2018



#### Pløjede parceller:

For begge brakpudsede og efterfølgende overfladisk pløjede arealer (dem vi i forsøgsdesignet på figur 10 kaldte behandling 1 og 11) blev konstateret tidlig fremspiring (uge 21), om end fremspiringen var uens henover forsøgsparcellerne. Et plantetal på 7-9 planter pr. løbende meter blev registreret, hvilket svarer til fremspiringsprocent på tæt på 100, da der forventes udsået 8,25 planter pr. løbende rækkemeter<sup>3</sup>. Væksten generelt i parcellen er, på trods af et lettere ujævnt

<sup>3</sup>  $110.000/10.000 \times 0,75 = 8,25$  planter pr. løbende række (ønsket plantetal pr. ha=110.000; rækkeafstand=0,75 m.)

såbed, 'god', men det vurderes, at fugle har spist ca. 10 pct. af planterne særligt i den ene ende af parcellerne. Ukrudtsdækning er i disse parceller < 1 pct. og genvækst fra rugen kunne kun registreres enkelte steder i kanten af parcellen, som også udgør markkanten. Parcellerne blev kun røddrenset en gang i løbet af vækstperioden, hvor der også blev hyppet lidt jord op omkring planterne. Denne behandling var, grundet den manglende vand i jorden, måske overflødig, og det vurderes ikke, at yderligere ukrudtsbehandling havde gjort en forskel på planternes konkurrencedygtighed i forhold til ukrudt og genvækst. Først i sensommeren, hvor regnen kom igen, kom der ukrudt i bunden af parcellerne. På dette tidspunkt havde rækkerne været lukket i flere uger, og planterne var ved at modne.

29. maj 2018



5. juni 2018



19. juni 2018



Brakpudsede parceller:

Fremspiringen i de brakpudsede parceller var sen (uge 23) og meget mangelfuld (op til 5-6 pl. pr. løbende meter, men oftest < 1 pl.). Væksten af de enkelte fremspirede planter var dårlig. Med nedbøren i sensommeren spirede alle de brakpudsede arealer (både parceller og foragre), men det var for sent til at give et betydeligt udbytte. Ukrudtsdækningen var lav i parcellerne (0-1 pct.) pga. konkurrence fra rug, afgrøderester og manglende fugt i jorden, mens genvæksten var meget stor (> 50 pl. pr. m<sup>2</sup>). Konkurrencen fra genvæksten var så stor ved denne behandling, at den ikke forventes at ville give noget positivt resultat selv ved optimale dyrkningsforhold.

29. maj 2018



5. juni 2018



19. juni 2018



## UDBYTTE

### RESULTATER

Som tidligere omtalt så har udfordringer med tørke og dårlig fremspiring gjort, at der er kun er høstet udbytte i parceller med 1) skrælpøljning, 2) overfladefræsning med overfladekompostering og 3) overfladefræsning uden overfladekompostering. Parceller behandlet med brakpudser, Imants Spading og Roller Crimper er ikke høstet. Det reducerer datagrundlaget væsentligt. Dertil hører også, at vi, som nævnt tidligere, forventer en udbyttenedgang på 1000-4000 FEN/ha (~ 1170-4680 kg ts/ha) som følge af tørken. I en økologisk afgrøde er det op til halvdelen af det forventede udbytte (7200 FEN/ha ~ 8424 kg ts/ha).

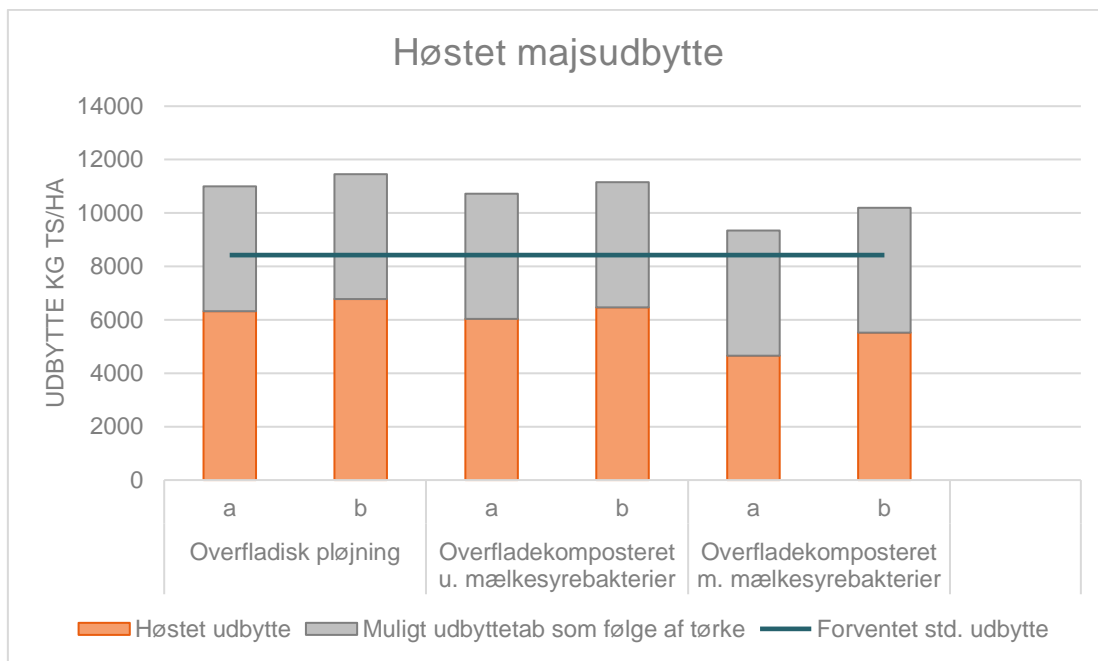
I tabel 1 nedenfor ses høstudbyttet af to forskellige høstgentagelser i hver af de tre behandlinger.

Tabel 1: For 3 jordbehandlinger med 2 gentagelser vises: antal planter på 5 m løbende række, tørstofprocent, høstudbytte og høstudbyttet i pct. af forventet std. udbytte.

Behandling	Gent.	Antal planter	ts %	kg/5m	Høstet udbytte		% af std. udbytte
					t/ha	t ts/ha	
Overfladisk pløjning	a	30	28,13	8,3	22,1	6,3	75
	b	24	29,10	8,9	23,7	6,8	80
Overfladekompostet u. mælkesyrebakterier	a	37	32,95	7,0	18,6	6,0	72
	b	32	33,88	7,5	20,0	6,5	77
Overfladekompostet m. mælkesyrebakterier	a	37	30,34	5,4	14,4	4,7	55
	b	32	32,53	6,4	17,0	5,5	66

Der er høstet majs af 5 meter repræsentativ række 2 steder i parcellen den 18. september 2018. Resultatet viser, at der er høstet flere planter i de to overfladekomposterede behandlinger (32, 37 stk. i begge behandlinger) end i den pløjede parcel (30, 24 stk.), hvor planterne til gengæld har været større/tungere. I den overfladisk pløjede parcel er der høstet henholdsvis 75 og 80 % af det forventede standardudbytte (7200 FEN/ha ~ 8424 kg ts/ha<sup>4</sup>), mens der for den overfladekomposterede behandling uden tilførsel af mælkesyrebakterier er opnået henholdsvis 72 og 77 % af det forventede standardudbytte. For den overfladekomposterede behandling, hvor der før nedfræsning var tilført mælkesyrebakterier, opnåede man henholdsvis 55 og 66 % af det forventede standardudbytte. Af figur 11, hvor mulige udbyttetab som følge af tørken er indlagt, kan vi se, at det ikke kan afvises, at udbyttetabet, i alle 3 behandlinger i forhold til det forventede standardudbytte, kan skyldes tørke og ikke andre forhold. Ud fra figuren kan det altså konstateres, at hvis vi regner med et udbyttetab på op imod 4000 FEN som følge af den historisk tørre sommer, så ligger alle 3 behandlinger på niveau med det forventede standardudbytte for økologisk majsproduktion.

<sup>4</sup> Kilde: MarkOnline



Figur 11: De orange søjle repræsenterer høstede majsudbytter i de tre høstede behandlinger (med to gentagelser). De grå søjler viser det formodede maksimale udbyttetab som følge af tørken i sommeren 2018. Den mørke linje viser standardudbytte for en økologisk majsmark ifølge MarkOnline.

## DISKUSSION

Det forventes, at den forandrede dyrkningspraksis, sammenlignet med almindelig majsdyrkningspraksis, vil føre til et mindre udbyttetab. Resultater fra mange års forsøg (konventionelle) med reduceret jordbearbejdning viser, at man som udgangspunkt skal regne med en netto udbytte-nedgang på 5-10 pct. Det bør vi også tage højde for i opgørelsen af disse forsøg.

Registreringerne af fremspiring og vækst i majs viste, at de overfladefræsede arealer umiddelbart klarede sig lige så godt som eller bedre end de pløjede arealer i løbet af fremspirings- og vækst-sæsonen, mens de til sidst blev indhentet og overhalet af majsens på de pløjede arealer. Den tidlige, hurtige fremspiring og det høje plantetal/fremspiringsprocent på de overfladefræsede arealer gjorde dem også konkurrencedygtige overfor det lidt højere tryk fra ukrudt og genvækst sammenlignet med de pløjede arealer, som blev radrenset.

I forbindelse med opgørelse af ukrudt, vækst og udbytte, bør det overvejes, om rugens formodede allelopatiske<sup>5</sup> evner kan have indflydelse på væksten i den direkte såede majs. Hvis det har hæmmende effekt i ukrudt, kan det måske også være tilfældet i majs. Tidligere forsøg<sup>6</sup> viser, at stof-fernes effekt er vanskelige at vise direkte i markforsøg, men at særligt udenlandske tal viser stor allelopatisk effekt ved nedmuldning af bl.a. rug. Allelopati kan være gældende for alle behandlinger, hvor rugen nedmuldes og indarbejdes i jorden. I dette forsøg kan det altså være gældende for de overfladefræsede parceller, parcellen hvor Imants Spading maskinen blev brugt, og til dels også de overfladisk pløjede parceller (om end i mindre grad).

<sup>5</sup> Allelopati: Nedmuldning af grønafgrøder kan have en hæmmende virkning på ukrudts spring og vækst, fordi nogle planter (herunder rug) indeholder allelokemiske stoffer, som hæmmer vækst. Disse frigives ved indarbejdning af plantemateriale i jorden.

<sup>6</sup> <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2013/04/978-87-92903-49-5.pdf>

## FODERKVALITET

Som tidligere omtalt er der kun høstet majs i parceller med 1) skrælpøjrning/overfladisk pløjrning, 2) overfladefræsning med overfladekompostering og 3) overfladefræsning uden overfladekompostering.

De høstede varer er analyseret for forskellige foderkvalitetsparametre af SEGES Husdyr Innovation på Koldkærgård (se bilag 1-6). Ifølge eksperter i foderkvalitet er der ikke store forskelle på prøverne, som alle repræsenterer udmærkede foderprodukter til kvæg. Prøverne har generelt en god kvalitet, og der er blevet indlejret en god mængde stivelse (over gennemsnittet). Hvis høsten var blevet udskudt 1-2 uger, ville det have resulteret i en lidt højere tørstofprocent og et endnu højere stivelsesindhold. Resultaterne for fordøjeligheden er lidt bedre end gennemsnittet, hvilket indikerer, at der er opnået en god kvalitet – særligt for majs på uvandet sandjord.

Herunder følger delkonklusioner, og der peges på enkelte tendenser i det begrænsede datamateriale. Alle tendenser og betragtninger hviler altså på et relativt spinkelt statistisk grundlag:

- Overfladefræsede behandlinger m/u overfladekompostering med mælkesyrebakterier: Der er hverken visuel eller læsbar (analyse) forskel på de overfladekomposterede behandlinger med og uden mælkesyrebakterier.
- Kolbetal: Der er 10-30 % flere kolber på majs i de overfladekomposterede behandlinger (33-39) end i de pløjede (30). Der forventes dog ikke at være nogen umiddelbar sammenhæng mellem jordbehandling og mangelfuld bestøvning. Det større antal planter tilskrives tidligheden i udviklingen på de overfladisk fræsede arealer.
- Tørstofindhold: Der er ca. 13 % højere tørstofindhold ved overfladekomposterede behandlinger (gennemsnit = 32,43) sammenlignet med de pløjede (gennemsnit = 28,62). Dette kan muligvis forklares med, at de overfladekomposterede arealer har været udsat for højere tørkestress, eller at deres hurtigere fremspiring også har givet en tidligere modning.
- Stivelse: Der er ingen umiddelbar forskel i stivelsesindhold. En enkelt prøve fra et overfladefræsede areal falder udenfor med et signifikant lavere indhold (249,6 g/kg TS). Den prøve havde også flest dårligt bestøvede kolber (13 ud af 39).
- Sukkerindhold: Der ser ud til, at de pløjede behandlinger har et højere sukkerindhold i majs end de opløjede, når man sammenholder det med stivelsesindholdet, som ikke kan differentieres i de behandlinger imellem. Det er en meget lille datamængde, men stivelses og sukkerindholdet i majs fra de pløjede storparceller er tilsammen højere end i de opløjede.
- Fordøjelighed: Fordøjeligheden er marginalt højere i de pløjede behandlinger.
- Fiberfraktion: De overfladefræsede arealer har en højere fiberfraktion end de pløjede.

Konklusion: Ud fra det begrænsede datasæt ser det ud til, at de pløjede arealer har resulteret i lidt højere fordøjelighed, lidt højere sukkerindhold og lidt lavere TS-indhold. Havde man ladet de pløjede parceller stå en uge mere (hvilket TS-indholdet berettiger til), kan der spekuleres i, om ikke stivelsesindholdet havde været signifikant højere end for de opløjede parceller.



#### *SÅDAN LÆSES EN FODERANALYSE*

- Tørstof: 30-32 g/kg er det niveau, man normalt går efter
- FK org. stof %: Fordøjelighed; så høj som muligt; >75% er godt
- Råprotein: I princippet ligegyldig i majs
- NDF: Fiberfraktion (ligning, cellulose, hemicellulose). Ikke for høj (350-450 g/kg TS er godt).
- Stivelse: Så høj som muligt (>300 g/kg TS). Sammenhæng med TS. Stammer fra kolber.
- Sukker: Bliver til stivelse med øget modenhed. Høj sukker = god ensilering.

Fordøjelighed (>75 %) og stivelse (>300 g/kg TS) er de vigtigste parametre.

## 5. KONKLUSION

Pløjefri dyrkning og økologisk jordbrug er udfordrende i kombination. Kontinueret fokus på biologisk aktivitet, konstant afgrødedække og forbedret jordfrugtbarhed generelt i økologisk planteavl gør dog ønsket om at mestre reduceret jordbearbejdning meget interessant. I projektet arbejdes med/demonstreres forskellige maskinløsninger til terminering af overvintrende efterafgrøde, så der efter behandlingen kan sås majs direkte uden pløjning. Der er registreret og observeret i den såede vårafgrøde, hvilket har medført følgende konklusioner:

- 2018 var grundet alvorlig tørkehændelse et svært år at dyrke majs på uvandet sandjord. Det gælder også med direkte såning.
- Overfladisk fræsning (3-5 cm) er en brugbar løsning til terminering af efterafgrøde og efterfølgende direkte såning med relativt gode resultater til følge hvad angår ukrudtstryk, fremspiring og udbytte.
- Overfladekompostering med mælkesyrebakterier i anbefalet mængde havde ingen effekt på hverken ukrudtstryk, fremspiring, foderkvalitet eller udbytte.
- Systemet med Roller Crimperen lykkedes ikke i indeværende forsøgsår, men flere forhold (herunder bl.a. for lille tryk på tromle og vinkelprofilers manglende aggressivitet) gør metoden interessant at gentage i projektets andet forsøgsår. Dette bygges på den umiddelbare oplevelse af maskinens arbejde i marken samt internationale erfaringer.
- Direkte såning efter terminering med Imants Spading og brakpudser er ikke gode løsninger til reduceret jordbearbejdning, da henholdsvis inkorporering af stor afgrødemasse og genspiring gør arbejdsbetingelserne svære.
- Skrælplojning har med formodet positiv effekt på energiforbrug, jordpakning, mindre dannelse af pløjesål og samtidig umiddelbart godkendte udbytter vist sig som et brugbart alternativ til pløjning i almindelig dybde. Forsøget sammenligner ikke arbejdet i de to arbejdsdybder.
- Fremspiring og vækst var i de overfladisk fræsede parceller bedre end i de overfladisk pløjede parceller igennem den første del af vækstsæsonen. De pløjede parceller indhentede forspringet i den sidste del af vækstsæsonen.
- Der er for de overfladisk pløjede parceller høstet 75-80 % af det forventede standardudbytte i majs.
- Der er for de 4 behandlinger med overfladisk fræsning (uanset om der er foretaget behandling med mælkesyrebakterier) høstet 55-77 % af det forventede standardudbytte i majs.
- Når det formodede udbyttetab som følge af tørkehændelse (op mod 4000 FEN) medregnes ligger alle behandlinger, hvor der er foretaget udbyttmålinger, på niveau med det forventede standardudbytte i majs.
- Der er i alle høstede parceller opnået en god foderkvalitet. Høj fordøjelighed og stivelsesindhold gør det til et udmærket foderprodukt til kvæg. Det er i denne sammenhæng svært at konkludere noget på forskelle behandlingerne imellem.

## 6. BILAG

### BILAG 1. FODERKVALITETSANALYSE FOR OVERFLADISKPLØJET PARCEL

20:42 Thursday, September 20, 2018 1

#### *NIR analyse friskmajs*

*ID 1035 - 11810954*

*Fodergruppe 6 - Foderkode 307*

CHR	ID	Beskrivelse	Reference	Rekvisition	Dato	Silo	Projekt	Slæt
19246	11810954	Frisk Majs_2018_P1_Antal_	Majshelsæd, frisk	70000833	20180918		4157	

friskmajs	KFL analyse	MDI	Referenceværdi	M-score
<b>Variabel</b>				
Tørstof g/kg	281,3	.	314,3	3
Aske g/kg TS	34,3	0,6	34,5	3
FK org stof %	79,7	0,8	77,5	4
Råprotein g/kg TS	86,5	0,5	74,9	4
NDF g/kg TS	354,6	1,0	412,7	2
Stivelse g/kg TS	311,0	0,3	241,8	4
Træstof g/kg TS	.	.	.	.
Sukker g/kg TS	123,1	0,4	84,1	4
*	.	.	.	.

BILAG 2. FODERKVALITETSANALYSE FOR OVERFLADISKPLØJET PARCEL

20:42 Thursday, September 20, 2018 1

*NIR analyse friskmajs*

*ID 1035 - 11810955*

*Fodergruppe 6 - Foderkode 307*

CHR	ID	Beskrivelse	Reference	Rekvistion	Dato	Silo	Projekt	Slæt
19246	11810955	Frisk Majs_2018_P2_Antal_	Majshelsæd, frisk	70000834	20180918		4157	

friskmajs	KFL analyse	MDI	Referenceværdi	M-score
<b>Variabel</b>				
Tørstof g/kg	291,0	.	314,3	3
Aske g/kg TS	36,6	0,8	34,5	3
FK org stof %	80,0	1,0	77,5	4
Råprotein g/kg TS	80,5	0,5	74,9	3
NDF g/kg TS	344,6	1,4	412,7	2
Stivelse g/kg TS	333,9	0,3	241,8	4
Træstof g/kg TS	.	.	.	.
Sukker g/kg TS	118,5	0,5	84,1	3
*	.	.	.	.

BILAG 3. FODERKVALITETSANALYSE FOR OVERFLADEKOMPOSTERET PARCEL  
(M. TILFØRSEL AF MÆLKESYREBAKTERIER)

20:42 Thursday, September 20, 2018 1

*NIR analyse friskmajs*

*ID 1035 - 11810957  
Fodergruppe 6 - Foderkode 307*

CHR	ID	Beskrivelse	Reference	Rekvisition	Dato	Silo	Projekt	Slæt
19246	11810957	Frisk Majs_2018_k1m_Antal	Majshelsæd, frisk	70000836	20180918		4157	

friskmajs	KFL analyse	MDI	Referenceværdi	M-score
<b>Variabel</b>				
Tørstof g/kg	303,4	.	314,3	3
Aske g/kg TS	40,2	0,9	34,5	4
FK org stof %	78,0	1,5	77,5	3
Råprotein g/kg TS	81,5	0,8	74,9	3
NDF g/kg TS	408,9	1,2	412,7	3
Stivelse g/kg TS	249,6	0,3	241,8	3
Træstof g/kg TS	.	.	.	.
Sukker g/kg TS	139,8	0,7	84,1	4
*	.	.	.	.

BILAG 4. FODERKVALITETSANALYSE FOR OVERFLADEKOMPOSTERET PARCEL  
(M. TILFØRSEL AF MÆLKESYREBAKTERIER)

20:42 Thursday, September 20, 2018 1

*NIR analyse friskmajs*

*ID 1035 - 11810959*

*Fodergruppe 6 - Foderkode 307*

CHR	ID	Beskrivelse	Reference	Rekvistion	Dato	Silo	Projekt	Slæt
19246	11810959	Frisk Majs_2018_k2m_Antal	Majshelsæd, frisk	70000838	20180918		4157	

friskmajs	KFL analyse	MDI	Referenceværdi	M-score
<b>Variabel</b>				
Tørstof g/kg	325,3	.	314,3	3
Aske g/kg TS	38,8	1,0	34,5	4
FK org stof %	78,5	1,2	77,5	3
Råprotein g/kg TS	72,9	0,7	74,9	3
NDF g/kg TS	389,9	0,9	412,7	3
Stivelse g/kg TS	320,0	0,3	241,8	4
Træstof g/kg TS	.	.	.	.
Sukker g/kg TS	91,1	0,4	84,1	3
*	.	.	.	.

BILAG 5. FODERKVALITETSANALYSE FOR OVERFLADEKOMPOSTERET PARCEL  
(U. TILFØRSEL AF MÆLKESYREBAKTERIER)

20:42 Thursday, September 20, 2018 1

*NIR analyse friskmajs*

*ID 1035 - 11810958*

*Fodergruppe 6 - Foderkode 307*

CHR	ID	Beskrivelse	Reference	Rekvistion	Dato	Silo	Projekt	Slæt
19246	11810958	Frisk Majs_2018_K2.Antalko	Majshelsæd, frisk	70000837	20180918		4157	

friskmajs	KFL analyse	MDI	Referenceværdi	M-score
<b>Variabel</b>				
Tørstof g/kg	338,8	.	314,3	3
Aske g/kg TS	40,1	1,2	34,5	4
FK org stof %	79,1	1,2	77,5	4
Råprotein g/kg TS	77,6	0,7	74,9	3
NDF g/kg TS	371,6	1,0	412,7	2
Stivelse g/kg TS	325,5	0,5	241,8	4
Træstof g/kg TS	.	.	.	.
Sukker g/kg TS	98,1	0,7	84,1	3
*	.	.	.	.

BILAG 6. FODERKVALITETSANALYSE FOR OVERFLADEKOMPOSTERET PARCEL  
(U. TILFØRSEL AF MÆLKESYREBAKTERIER)

20:42 Thursday, September 20, 2018 1

*NIR analyse friskmajs*

*ID 1035 - 11810956*

*Fodergruppe 6 - Foderkode 307*

CHR	ID	Beskrivelse	Reference	Rekvistion	Dato	Silo	Projekt	Slæt
19246	11810956	Frisk Majs_2018_K1_Antal_	Majshelsæd, frisk	70000835	20180918		4157	

friskmajs	KFL analyse	MDI	Referenceværdi	M-score
<b>Variabel</b>				
Tørstof g/kg	329,5	.	314,3	3
Aske g/kg TS	37,9	0,8	34,5	4
FK org stof %	78,4	1,2	77,5	3
Råprotein g/kg TS	73,9	0,6	74,9	3
NDF g/kg TS	379,2	0,7	412,7	3
Stivelse g/kg TS	308,2	0,3	241,8	3
Træstof g/kg TS	.	.	.	.
Sukker g/kg TS	107,1	0,5	84,1	3
*	.	.	.	.