



# DANSKPRODUCEREDE RÅVARER OG BIPRODUKTER TIL VÅDFODER

ERFARING NR. 1501

Data for næringsstofindhold, mikrobiologisk kvalitet og fermenteringsegenskaber for udvalgte danskproducerede råvarer og biprodukter udgør en database, der kan anvendes ved udvælgelse af råvarer til sammensætning af billigt vådfoder.

---

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: ELSE VILS

NURIA CANIBE

RIKKE INGEMAN SVARRER

KNUD ERIK BACH KNUDSEN

BENT BORG JENSEN

UDGIVET: 23. FEBRUAR 2015

Dyregruppe: Alle

Fagområde: Ernæring

## Sammendrag

Der er udarbejdet en database med sammenhængende data for næringsstofindhold, mikrobiologisk kvalitet og fermenteringsegenskaber for udvalgte danskproducerede råvarer og biprodukter.

Databasen kan anvendes ved udvælgelse af danskproducerede råvarer og biprodukter til sammensætning af billigt vådfoder. Databasens styrke er, at der er foretaget en samlet vurdering af både næringsindhold, mikrobiologisk kvalitet og fermenteringsegenskaber på samme partier af fodermidlerne. Vær alligevel opmærksom på, at især visse biprodukter ofte varierer meget og databasen kan derfor ikke erstatte egne analyser af fodermidlerne. Databasen omfatter 14

fodermidler, herunder kernemajs, ærter, rapskager samt forskellige biprodukter, som produceres eller forventes at blive produceret i væsentlige mængder i fremtiden. Databasen fremgår af appendiks 1-3.

Projektet er første del af et større projekt ledet af Aarhus Universitet, hvor der er sat fokus på "Billigt vådfoder baseret på lokale afgrøder og biprodukter". Formålet er at designe billige foderblandinger til grise baseret på lokalt producerede afgrøder og biprodukter fra fødevare- og biobrændstofindustrien og at forbedre den ernæringsmæssige værdi ved fermentering.

## Baggrund

Global økonomisk vækst, høje energipriser, ændrede vejrforhold og stigende efterspørgsel på korn til bio-brændstof har medført stigende omkostninger til husdyrfoder verden over. Øgede foderomkostninger har aktualiseret behovet for at kunne anvende flere lokalt dyrkede energi- og proteinkilder samt biprodukter i den danske svineproduktion.

Ca. 40 procent af de danske slagtesvin fodres med vådfoder, som er mere eller mindre fermenteret. Fodring med vådfoder forbedrer svins mave-tarmsundhed og reducerer risiko for salmonella. Samtidig kan vådfoder i nogle tilfælde billigøres, fordi der kan håndteres våde råvarer, som vådkonserveret majs og våde biprodukter. Fødevare- og biobrændstofindustrien producerer biprodukter, som belaster miljøet ved bortskaffelse og som samtidigt indeholder værdifulde næringsstoffer. Biprodukter udgør en meget heterogen gruppe med store forskelle i både oprindelse samt de processer, der har påvirket biproduktet for at udvinde den økonomisk vigtige komponent [1]. Næringsstofferne i biprodukter og andre alternative fodermidler kan være svært fordøjelige og her kan fermentering muligvis medvirke til at forbedre biprodukternes ernæringsmæssige kvalitet.

Under fermentering aktiveres de naturlige enzymer og mikroorganismer i råvarerne, og der dannes organiske syrer. Forsøg har vist forbedret fordøjelighed af energi og fosfor i fermenteret korn [2,3], mens forsøg med forbedring af foderudnyttelsen ved hjælp af fermentering har vist mere svingende resultater [4]. Enkelte forsøg har vist, at fermentering har haft effekt på antinutritionelle stoffer. F.eks. er det vist, at fermentering af bønner forbedrede proteinfordøjeligheden med 15-35 procent ved at reducere  $\alpha$ -galaktosider og afhængigt af sort også trypsininhibitoraktiviteten med 52-82 procent [5]. Et enkelt forsøg har vist, at nogle fermentative bakterier kan binde Fusariumtoksiner [6], hvilket dog ikke blev genfundet ved fermentering af kernemajs i 5 uger [7].

I et større projekt ledet af Aarhus Universitet er der sat fokus på "Billigt vådfoder baseret på lokale afgrøder og biprodukter". Formålet er at designe billige foderblandinger til grise baseret på lokalt producerede afgrøder og biprodukter fra fødevare- og biobrændstofindustrien og at forbedre den ernæringsmæssige værdi ved fermentering. Der findes imidlertid ikke databaser, hvor den analyserede næringsværdi, mikrobiologiske kvalitet og egenskaber ved fermentering er analyseret på de samme råvarepartier. Som første del af projektet var det derfor nødvendigt at karakterisere

udvalgte danskproducerede fodermidler samt udvalgte biprodukter med henblik på disse egenskaber. Nærværende erfaring afrapporterer denne første del af projektet. Formålet var at etablere en database over udvalgte lokalt producerede foderafgrøder og biprodukter, som produceres eller forventes at blive produceret i væsentlige mængder i fremtiden.

## Materiale og metode

### Råvareprøver

Der er indsamlet 33 prøver, omfattende kernemajs, ærter, rapskager samt 11 forskellige biprodukter udvalgt på baggrund af Fødevedirektoratets oversigt over biprodukter 2008 [8,9]. Prøverne er udtaget hos leverandørerne.

**Tabel 1:** Råvareprøver, beskrivelse, leverandør og antal

Råvare	Beskrivelse	Leverandør	Antal prøver
Kernemajs ensileret med AIV pro <sup>1</sup>	Crimpet og ensileret i planlager	Svineproducent	1
Kernemajs ensileret med Kofagrain pH5 <sup>2</sup>	Crimpet og ensileret i silopose	Svineproducent	1
Kernemajs, gastæt opbevaret	Hele kerner fra gastæt silo	Svineproducent	1
Kernemajs ensileret med Feedtech 22 <sup>3</sup>	Formalet og ensileret i planlager	Svineproducent	1
Ærter	Prøver af forskellige sorter	DLF Trifolium	6
Rapskage	Proteinfodermiddel, biprodukt fra produktion af rapsolie/ biodiesel på basis af rapsfrø	Scanola Danraps Emmelev Mølle	3
Gærfløde Novo	Biprodukt fra produktion af insulin på basis af gær. Tilsat uorganisk syre og mælkesyre bakterier.	NLM Combineering	3
Permeat	Biprodukt af ultrafiltreret valle fra osteproduktion. Indeholder 7 procent tørstof. Tilsat myresyre.	Arla Foods	2
Sojamelasse	Biprodukt fra fremstilling af sojaproteinkoncentrat på basis af sojaskrå, Tilsat 0,3 procent propionsyre.	Solae	3
Roemelasse	Biprodukt fra fremstilling af sukker fra sukkerroer.	Nordic Sugar A/S	3
Kartoffel-skræller	Biprodukt fra dampskrælning af kartofler til fremstilling af kartoffelpulver. Tilsat mælkesyre bakterier.	KMC	3
Kartoffel-pulp	Biprodukt fra fremstilling af kartoffelstivelse.	AKK Karup	1

Mask	Biprodukt fra fremstilling af øl på basis af korn (primært byg)	Carlsberg Fredericia	1
Pektinfoder	Biprodukt fra fremstilling af pektin. Består af citrusskaller og papirpulp. Tilsat propionsyre.	CPKelco (Pektinfabrikken, Lille Skensved)	1
C5-melasse (halmmelasse)	Biprodukt fra produktion af 2. generations bioethanol på basis af halm.	Inbicon	1
WDGS (Wet Distillers Grain with Solubles)	Vådt biprodukt fra produktion af 1. generations bioethanol/sprit på basis af hvede	Pernod Ricard Nordic,	1
DDGS (Dried Distillers Grain with Solubles)	Tørt biprodukt fra produktion af 1. generations bioethanol/sprit på basis af hvede	Pernod Ricard Nordic,	1

- 1 Ensileret i planlager med ensileringsmidlet AIV Pro, som indeholder myresyre, propionsyre og benzoesyre
- 2 Ensileret i silopose med ensileringsmidlet Kofagrains pH5, som indeholder propionsyre og benzoesyre
- 3 Ensileret i planlager med ensileringsmidlet Feedtech 22, som indeholder homofermentative mælkesyrebakterier + benzoesyre

## Analyser

Alle råvareprøver blev analyseret for tørstof, råprotein, råfedt, råaske, EFOS, EFOSi, FEsv og FEso. Disse analyser blev foretaget af Eurofins A/S. For roemelasse blev FEsv og FEso ganget med faktoren 0,8 og for permeat 0,86, jv. praksis i det danske fodervurderingssystem [10]. For sojamelasse blev valgt samme faktor som for roemelasse.

Alle råvareprøver blev ligeledes analyseret for kulhydrater: Stivelse, sukre (sum af galactose, glucose og fruktose), laktose, oligosakkarider (sum af raffinose, staktyose og verbaskose), Total sukre (sum af sukre, laktose og oligosakkarider), T-NSP (total ikke-stivelses polysakkarider), S-NSP (opløselige ikke-stivelsespolysakkarider), I-NSP (uopløselige ikke-stivelses polysakkarider), lignin og cellulose. Disse analyser blev foretaget på Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet under ledelse af Knud-Erik Back Knudsen.

Enkelte prøver blev analyseret specifikt:

Kernemajs blev analyseret for fosfor og fytinsyre (Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet under ledelse af Hanne Damgaard Poulsen), samt for fusariumtoksinet DON (Eurofins A/S).

Rapskager for glukosinolater (Københavns Universitet). Ærter for trypsininhibitor (Eurofins A/S).

Alle råvareprøver blev ligeledes analyseret for mikrobiologi: Enterobakterier, *Clostridium (Cl.) perfringens*, mælkesyrebakterier, gær og skimmelsvampe. Desuden blev der målt pH og indhold af organiske syrer: myresyre, eddikesyre, propionsyre, smørsyre, valerinsyre, mælkesyre, og ravsyre.

Disse analyser blev foretaget på Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet under ledelse af Nuria Canibe.

## Fermenteringstest

Alle råvareprøver blev fermenteret i bioreaktorer, der kan rumme ca. 1 liter, se foto.



Foto 1. Fermenteringstest i bioreaktorer på laboratoriet i Foulum.

Afhængigt af produkternes evne til at kvælde, blev råvare og vand blandet i bioreaktoren i et forhold, således at blandingen kunne omrøres, og stillet ved en temperatur på 21-22 grader C. Nogle af produkterne optog især meget vand (rapskage, kartoffelpulp, pektinfoder og DDGS).

Efter 0, 6, 24 og 48 timers inkubering blev der målt temperatur og pH samt udtaget prøver til analyse for mikroorganismer og organiske syrer.

Efter 48, 72, 96, 120 og 144 timers inkubering, blev 90 procent af suppen i bioreaktoren udskiftet med en frisk blanding af råvare og vand (backslopping). Umiddelbart efter backslopping ved 144 timer og igen ved 150, 156 og 168 timer blev der målt temperatur og pH samt udtaget prøver til analyse for mikroorganismer og organiske syrer. Metoden er fremstillet skematisk i tabel 2.

**Tabel 2.** Skematisk fremstilling af fermenteringstest og prøveudtagning

Ugedag	Ons		Tor	Fre	Lør	Søn	Man	Tir			Ons
Timer fra start	0	6	24	48	72	96	120	144	150	156	168
Udskiftning af 90 procent af råvaren med frisk vand og råvare		x		x	x	x	x	x			
Prøveudtagning	x	x	x	x				x	x	x	x

Metoden er udviklet med henblik på at simulere et vådfodringsanlæg – de første 48 timer i *startfase* med et nyt/rent anlæg og fra 144 til 168 timer et etableret vådfodringsanlæg, hvor restmængder i rør og tank blandes op med det friske foder (nedenfor kaldet *driftsfase*).

De prøver, der løbende blev udtaget, blev analyseret for mikroorganismer: Enterobakterier, *Cl. perfringens*, mælkesyrebakterier, gær og skimmelsvampe. Desuden blev der målt pH og indhold af organiske syrer: myresyre, eddikesyre, propionsyre, smørsyre, valerinsyre, mælkesyre, og ravsyre. Metoden blev udført på Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet under ledelse af Nuria Canibe.

Til sammenligning af fermenteringsforløb blev der lavet en reference bestående af almindelig svinefoder med vand.

## Resultater og diskussion

Resultater er vist i:

- Appendiks 1: Analyser for næringsindhold
- Appendiks 2: Analyser for mikroorganismer, pH og organiske syrer
- Appendiks 3: Fermenteringstest

I appendiks 3 er vist et typisk forløb for fermentering af en korn-soja-baseret foderblanding og vand. Forløbet heraf anvendes sammen med normalværdier for vådfoder, vist i appendiks 4, som reference i nedenstående beskrivelser. I startfasen, de første 48 timer falder pH fra 5,7 til helst under 4,5. Enterobakterier opformerer de første 24 timer og falder derefter til ca. 5,5 log cfu/g.

Mælkesyrebakterier og gær stiger også i de første 24 timer svarende til ca. normalt niveau (appendiks 4.). Det samme gælder koncentrationen af organiske syrer. I driftsfasen, ca. 20 timer efter backslopping falder enterobakterier til under detektionsgrænsen uden forudgående opformering. Det typiske fermenteringsforløb viser, hvorfor startfasen altid er kritisk i et vådfodringsanlæg, hvor opformeringen af enterobakterier i startfasen kan medføre diarre hos grisene.

I det følgende fremhæves relevante resultater for de enkelte råvarer i relation til ernæringsmæssig kvalitet, effekt på vådfoderkvalitet (appendiks 4) og fermentering [11].

### Gærfløde (NOVO)

Gærfløden indeholdt 15,6 procent tørstof (ts.) og havde et højt indhold af råprotein (54,5 procent i ts.). Gærfløde kan derfor anvendes som proteinfodermiddel. Højt fiberindhold (29,8 procent T-NSP) bevirkede, at det ikke var muligt at anvende EFOS-metoden og dermed kunne der ikke bestemmes foderenheder. Dette er en kendt problemstilling på nogle få fodermidler og skyldes at visse fibre generer filtreringsprocessen.

Gærfløden havde et lavt indhold (under detektionsgrænsen) af de uønskede mikroorganismer: enterobakterier, *Cl. Perfringens* og skimmelsvampe.

Gærfløden havde lavt pH på 4,1, hvilket formentlig skyldes, at der tilsættes uorganiske syrer inden salg. Der var desuden tilsat mælkesyre bakterier (7,3 log cfu/g).

Under fermentering holdt gærfløden en konstant pH på ca. 4 og der var ingen vækst af uønskede mikroorganismer. Gærfløde kan derfor forventes at stabilisere vådfoder.

## Permeat

Permeat indeholdt 7,0 procent tørstof, et lavt indhold af råprotein (3,0 procent af ts.), men højt indhold af laktose (78,6 procent af ts.) og aske (9,1 procent af ts.).

Permeat havde et lavt indhold (under detektionsgrænsen) af de uønskede mikroorganismer: enterobakterier, *Cl. Perfringens* og skimmelsvampe.

Permeat havde et pH på 6,0 i råvaren. Analyserne viste, at der ikke var tilsat myresyre til prøverne, hvilket der normalt er til permeat leveret til foderbrug.

Under fermentering faldt pH kun ca. en 0,5 enhed fra ca. 6,2 til 5,7 i startfasen, mens det i driftsfasen faldt til det ønskede ca. 4,5. Der var en meget langsom produktion af organiske syrer. Dette var ikke tilstrækkeligt til at hæmme vækst af enterobakterier, der holdt sig på ca. 7 log cfu/g i begge faser. I en tidligere undersøgelse af permeat, var pH 4,17 og enterobakterier væsentligt lavere (<4,48 log CFU pr g) [2].

## Sojamelasse

Sojamelassen indeholdt 61,5 procent tørstof og havde et højt indhold af sukker (34,5 procent af ts.) og oligosakkarider (17,9 procent af ts.). Højt indhold af oligosakkarider begrænser iblanding i svinefoder, da grise ikke kan nedbryde disse og dermed er der risiko for diarre.

Sojamelassen havde en pH på 5,6 i råvaren. Sojamelassen havde et relativt højt indhold af mælkesyrebakterier på gennemsnit 5,4 log cfu/g med ret stor spredning mellem partier. Der var et lavt indhold (under detektionsgrænsen) af de uønskede mikroorganismer: enterobakterier, *Cl. Perfringens* og skimmelsvampe.

Under fermentering faldt pH kun lidt fra ca. 5,6 til 5,2 i startfasen, mens det i driftsfasen faldt til ca. 4,8. Der var ingen vækst af enterobakterier hverken i startfasen eller i driftsfasen.

## Roemelasse

Roemelasse indeholdt 81,3 procent tørstof og væsentlig mere sukker (64,1 procent af ts.) end sojamelasse og næsten ingen oligosakkarider (1,6 procent af ts.).

Roemelassen havde et lavt indhold (under detektionsgrænsen) af de uønskede mikroorganismer: enterobakterier, *Cl. perfringens* og skimmelsvampe.

Roemelasse havde et pH på 6,9 i råvaren og højt indhold af myresyre (45 mmol/kg), mælkesyre (250 mmol/kg) og eddikesyre (84 mmol/kg).

Under fermentering faldt pH fra 6,9 til 4,8 allerede i startfasen og ned til ca. 4,7 i den stabile fase. Til trods herfor var der en opformering af enterobakterier til over 5 log CPU/g i startfasen, men under detektionsgrænsen i driftsfasen.

## Kartoffelskræller

Kartoffelskræller indeholdt 14,8 procent tørstof og havde et højt indhold af stivelse (40,3 procent af ts.), råprotein (18,1 procent af ts.) og fibre (T-NSP 16,7 procent af ts., lignin 6.0 procent af ts). Højt indhold af fibre reducerer fordøjeligheden af næringsstofferne.

Kartoffelskræller havde et relativt højt indhold af mælkesyrebakterier på gennemsnitlig 7,4 log cfu/g med lav spredning mellem prøverne. Der var et højt indhold af enterobakterier på 5.0 log cfu/g, men et lavt indhold (under detektionsgrænsen) af de andre uønskede mikroorganismer *Cl. perfringens* og skimmelsvampe.

Kartoffelskræller havde et pH på 5,3 i råvaren. Under fermentering faldt pH til ca. 4,5 både i startfasen og i driftsfasen. Der var en fin reduktion af enterobakterier (til under detektionsgrænsen) i begge faser. Til gengæld var der en uforklarlig vækst af skimmel i driftsfasen. Gær steg ligeledes i begge faser, men til et niveau på ca. 5.5-6.0 log cfu/g, hvilket er normalt for vådfoder.

Ved anvendelse af kartoffelskræller i vådfoder bør der være fokus på vådfoderkvaliteten med hensyn til vækst af skimmel.

## Kartoffelpulp

Kartoffelpulp indeholdt 13,2 procent tørstof og havde et højt indhold af fibre (T-NSP 55,1 procent af ts., lignin 2.0 procent af ts). Det indeholdt halvt så meget stivelse og mindre protein end kartoffelskræller. Højt indhold af fibre reducerer fordøjeligheden af næringsstofferne. Det høje fiberindhold bevirkede, at det ikke var muligt at anvende EFOS-metoden og dermed kunne der ikke bestemmes foderenheder. Dette er en kendt problemstilling for visse biprodukter og skyldes at fibre generer filtreringsprocessen i metoden.

Kartoffelpulp havde et relativt højt indhold af mælkesyrebakterier på gennemsnitlig 7,9 log cfu/g i råvaren. Der var et højt indhold af gær (5,4 log cfu/g) og enterobakterier (6,6 log cfu/g), men et lavt



indhold (under detektionsgrænsen) af de andre uønskede mikroorganismer *Cl. perfringens* og skimmelsvampe.

Kartoffelpulp havde en pH på 5,4 i råvaren. Under fermentering faldt pH til ca. 4,7 både i startfasen og i driftsfasen. Dette resulterede dog ikke i en reduktion af enterobakterier, der holdt sig på 6 log cfu/g i begge faser. I startfasen skete der indenfor det første døgn en opblomstring af gær til ca. 8,7 log cfu/g. Det faldt i løbet af 2. døgn til normalt niveau og holdt sig der (6,0-6,5 log cfu/g) i driftsfasen. Ligeledes skete der en uacceptabel vækst af skimmel (til > 5 log cfu/g) i både start- og driftsfase. Ved anvendelse af kartoffelpulp i vådfoder bør der være ekstra fokus på vådfoderkvaliteten med hensyn til vækst af enterobakterier og skimmel.

## Mask

Mask indeholdt 26,4 procent tørstof og havde et højt indhold af råprotein (24,9 procent af ts.), fedt (10,9 procent af ts.) og fibre (T-NSP 43 procent af ts., lignin 11,1 procent af ts.). Næsten alle NSP (96 procent) var uopløselige. Mask indeholdt ingen sukker eller stivelse.

Mask indeholdt såvel mælkesyrebakterier (5,8 log cfu/g) som gær (5,9 log cfu/g) i råvaren. Mask havde et lavt indhold (under detektionsgrænsen) af de uønskede mikroorganismer: enterobakterier, *Cl. perfringens* og skimmelsvampe.

Mask havde et pH på 4,1 i råvaren og indeholdt eddikesyre (20 mmol/kg) og mælkesyre (98 mmol pr kg).

Under fermentering lå pH stabilt på 4,1-4,3. Der var vækst af mælkesyrebakterier og gær (til 7-8 log cfu/g) og ingen vækst af enterobakterier. Koncentrationen af organiske syrer var konstant, dog med en lille stigning i smørsyre.

## Pektinfoder

Pektinfoder indeholdt 23,1 procent tørstof og havde et meget højt indhold af fibre (T-NSP 71,6 procent af ts., af hvilket 86 procent var uopløselig NSP, lignin 13,9 procent af ts.). Det indeholdt ingen sukker og stivelse. Højt indhold af fibre reducerer fordøjeligheden af næringsstofferne. Det høje fiberindhold bevirkede, at det ikke var muligt at anvende EFOS-metoden og dermed kunne der ikke bestemmes foderenheder. Dette er en kendt problemstilling på visse biprodukter og skyldes at fibre generer filtreringsprocessen i metoden.

Pektinfoder havde et lavt indhold (under detektionsgrænsen) af de uønskede mikroorganismer: enterobakterier, *Cl. perfringens* og skimmelsvampe.

Pektinfoder havde et pH på 3,0 i råvaren og indeholdt propionsyre (9,4 mmol/kg). Under fermentering holdt pH sig stabilt på 3,0 både i startfasen og i driftsfasen. Til trods for vækst af både

mælkesyrebakterier og gær (til ca. log 6 cfu/g) var der ingen produktion af organiske syrer, hvilket indikerer at mikroorganismene ikke var aktive under disse forhold.

## C5-melasse

C5-melasse indeholdt 58,3 procent tørstof og havde et højt indhold af fibre (T-NSP på 44,2 procent af ts.) og aske (13 procent af ts.). "C5" står for, at en høj andel af kulhydratfraktionen, der stammer fra halm, består af C5-sukre, pentoser. Tidligere analyser har vist, at ca. 22 procent af tørstof består af monomerer, heraf 11 procent-enheder xylose (C5), 2,5 procent-enheder arabinose (C5) og 8,5 procent-enheder glukose (C6). Det høje indhold af C5-sukre, der udnyttes under halvt så godt som glukose, er en stor begrænsning for anvendelsen af C5-melasse til enmavede dyr.

C5-melassen havde et lavt indhold (under detektionsgrænsen) af alle de undersøgte mikroorganismer. C5-melasse havde et pH på 5 i råvaren og et meget højt indhold af organiske syrer: myresyre (386 mmol/kg), eddikesyre (187 mmol/kg) og mælkesyre (108 mmol/kg), hvilket begrænser anvendelsen. Under fermentering holdt pH sig stabilt på 5 både i startfase og driftsfase. Der var ingen vækst af mikroorganismer eller stigning i syrekonzentration. C5-melasse kan derfor forventes at stabilisere vådfoder.

## WDGS

WDGS indeholdt 13,3 procent tørstof og havde ligesom mask et højt indhold af råprotein (25,7 procent af ts.) og fedt (6,8 procent af ts.), men væsentligt lavere indhold af fibre (T-NSP 24,9 procent af ts., lignin 4,3 procent af ts), hvilket formentlig skyldes at WDGS er fremstillet af hvede, mens mask er fremstillet primært af byg. Denne WDGS indeholdt desuden stivelse (16,9 procent af ts.) og sukker (17 procent af ts.).

WDGS indeholdt ingen af de målte mikroorganismer (under detektionsgrænsen) i råvaren.

WDGS havde en lav pH på 3,9 i råvaren og indeholdt mælkesyre (51 mmol/kg) og ravsyre (19 mmol/kg).

Under fermentering lå pH stabilt på knap 4. Der var vækst af mælkesyrebakterier og gær til 8 log cfu/g. Koncentrationen af organiske syrer var konstant i begge faser.

## DDGS

DDGS indeholdt 90,1 procent tørstof og havde ligesom mask og WDGS et højt indhold af råprotein (33,2 procent af ts.) og fedt (9,1 procent af ts.), og et indhold af fibre på (T-NSP 32,6 procent af ts., lignin 5 procent af ts.). DDGS indeholdt praktisk taget ingen stivelse og sukker (ca. 1 procent af ts.). DDGS indeholdt ingen af de målte mikroorganismer (under detektionsgrænsen) i råvaren.

DDGS havde en lav pH på 4,1 i råvaren og havde et meget højt indhold af mælkesyre (377 mmol/kg) og ravsyre (117 mmol/kg) – på tørstofbasis svarer dette overens med indholdet i WDGS.

Under fermentering lå pH stabilt på godt 4. Der var vækst af mælkesyrebakterier og gær til 7,5 log cfu/g og skimmel (til 5 log cfu/g) i startfasen. Koncentrationen af organiske syrer var konstant i begge faser.

### Vådkonserveret kernemajs

Kernemajs indeholdt fra 58-66 procent tørstof, et højt indhold af stivelse (69-72 procent af ts.) og et lavt indhold af fibre (T-NSP ca. 7 procent af ts., lignin ca. 1 procent af ts.) og råprotein (ca. 8-10,2 procent af ts.). Kernemajs er dermed et energifodermiddel. Der var 3 g. fosfor pr. kg ts. og 0,5 g fytinsyre pr. kg ts. De analyserede partier havde lavt indhold af DON (max. 371 ppb).

Det vådkonserverede kernemajs havde et lavt indhold (under detektionsgrænsen) af de uønskede mikroorganismer: enterobakterier, *Cl. perfringens* og skimmelsvampe.

Ensileret kernemajs havde et lavt pH på 3,8-3,9. Kernemajs fra gastæt silo havde en pH-værdi på 4,5, hvilket viser, at der også i gastæt silo var dannet syrer. Indholdet af organiske syrer i det ensilerede kernemajs afspejlede det anvendte ensileringsmiddel. I gastæt kernemajs var indholdet af eddikesyre dobbelt så højt som indholdet af mælkesyre. Det viste sig siden, at den gastætte silo ikke var helt gastæt.

Under fermentering holdt den ensilerede kernemajs en konstant pH på under 4 og den gastætte kernemajs startede på pH 4,5, men faldt i driftsfase til ca. pH 4 og der var ingen vækst af uønskede mikroorganismer. Vådkonserveret kernemajs kan derfor forventes at stabilisere vådfoder.

### Ærter

Ærter indeholdt i gennemsnit 87,8 procent tørstof, højt råproteinindhold (23,9 procent af ts.) og højt indhold af stivelse (48 procent af ts.). Ærter er både et energi- og proteinfodermiddel. Ærter indeholder ligeledes en del fibre (T-NSP 12,9 procent af ts., lignin 0,3 procent af ts.)

De forskellige ærtesorter havde et noget forskelligt indhold af trypsininhibitor (TIA), varierende fra 2.000 til 4.700 TIA pr. g ts. Gennemsnitligt var indholdet på 2.853 TIA pr. g. ts. Til sammenligning indeholder toasted sojaskrå 1.500-4.000 TIA pr. g ts., altså ca. samme niveau [12].

Generelt var der lav kontaminering af mikroorganismer, dog var der i enkelte prøver en del mælkesyrebakterier.

Ærter havde et pH på 6,4 i en opslemning af råvaren. Med undtagelse af en smule eddikesyre indeholdt ærter ingen organiske syrer i råvaren.

Under fermentering af ærter faldt pH til 4-4,5 i begge faser. Dog var der en enkelt prøve, hvor pH kun faldt til 5,5 i startfasen, til gengæld faldt den til niveau med de andre i driftsfasen. Der var en stor vækst af enterobakterier og *Cl. perfringens* i startfasen og det lykkedes ikke for alle prøverne at få niveauet under detektionsgrænsen i driftsfasen. Ligeledes var der højt indhold af skimmel i driftsfasen. Mælkesyrebakterier nåede et højt niveau på 9-10 log cfu/g.

Generelt var der en tilfredsstillende produktion af mælkesyre (70-120 mmol/kg) og eddikesyre (5-30 mmol/kg), men også lidt smørsyre og ravsyre.

## Rapskage

Rapskage indeholdt i gennemsnit 90,6 procent tørstof og et højt indhold af råprotein (32,7 procent af ts.) og råfedt (11,6 procent af ts.), samt et højt indhold af fiber og specielt lignin (T-NSP 22,8 procent af ts., lignin 11,7 procent af ts.). Højt indhold af fibre reducerer fordøjeligheden af næringsstofferne. De anvendte rapspartier indeholdt i fra 14.3-25 µmol/g glukosinolater med et gennemsnit på 20,8 µmol/g. Dette niveau er normalt for danskproduceret rapskage [12,13].

Rapskagerne havde lavt indhold af de undersøgte mikroorganismer (under eller lige omkring detektionsgrænsen).

Rapskager havde et pH på 6,0 i en opslemning af råvaren. Der var lave indhold af organiske syrer i råvaren, dog var der noget eddikesyre (16 mmol/kg) og lidt myresyre (7 mmol/kg). Under fermentering faldt pH fint til 4,5-5 både i start- og driftsfase. Der var en opformering af enterobakterier det første døgn, men indholdet faldt igen svarende til typisk vådfoder. Indholdet af mælkesyrebakterier steg til et højt niveau (9-10 log cfu/g), men gær lå på et relativt lavt niveau i driftsfasen (3-4 log cfu/g). Indholdet af mælkesyre i driftsfasen (70-100 mmol/kg) og eddikesyre (20-30 mmol/kg) lå på fine niveauer sammenlignet med almindeligt vådfoder.

## Konklusion

Udvalgte danskproducerede fodermidler og biprodukter er analyseret i relation til ernæringsmæssig kvalitet (appendiks 1), mikrobiologisk kvalitet (appendiks 2) og fermenteringsegenskaber ved fermentering af enkelråvare med vand (appendiks 3). I resultatafsnittet er fodermidlerne karakteriseret på baggrund af analyserne.

Udvalgte karakteristika for fodermidlerne er fremhævet i tabel 3.

Næringsstofværdier til kalkulation af fodersammensætning er desuden anvendt til i grove træk at karakterisere, hvorvidt fodermidlerne vil indgå i foderblandinger som energi- eller proteinfodermiddel. Enkelte fodermidler (ærter og kartoffelskræller) er karakteriseret som både protein- og energifodermiddel.

Højt fiberindhold er en vigtig information, da det typisk reducerer fordøjeligheden af næringsstofferne. Højt fiberindhold bevirke, at det ikke altid var muligt at anvende EFOS-metoden og dermed kunne der ikke bestemmes foderenheder. Dette er en kendt problemstilling på visse biprodukter og skyldes at fibre generer filtreringsprocessen i analysemetoden. Denne problemstilling er en udfordring i anvendelsen af biprodukter.

Fodermidlernes mikrobiologiske kvalitet blev betragtet som værende i orden, såfremt indholdet af de uønskede mikroorganismer: enterobakterier, *Cl. perfringens* og skimmelsvampe lå under de anbefalede maks-grænser for vådfoder. Dette har betydning i relation til opbevaring af fodermidlerne i våd tilstand.

Der var fodermidler, der under fermenteringstesten havde et konstant lavt pH (kernemajs, gærfløde, mask, pektinfoder, DDGS og WDGS). Alligevel var der mikrobiologisk aktivitet, men i alle prøver var der ingen opformering af enterobakterier. Dette kunne tyde på, at disse produkter kan være med til stabilisere vådfoder.

Et enkelt fodermiddel (C5 melasse) havde hverken konstant lavt pH, eller et fald i pH til under 5. Der var ingen fermenteringsaktivitet i form af vækst af mælkesyrebakterier eller produktion af organiske syrer.

Kun i to af de undersøgte fodermidler (ærter og kartoffelpulp) kom indholdet af enterobakterier ikke under detektionsgrænsen i driftsfasen af fermenteringstesten. Der bør være særlig fokus herpå ved anvendelse af disse i vådfoder.

**Table 3.** Udvalgte karakteristika for de undersøgte danskproducerede fodermidler og biprodukter

Råvare	Energi-fodermiddel	Protein-fodermiddel	Fiberrigt	FE-måling med EFOS-metode	Sund mikrobiologisk kvalitet	Konstant lavt pH under fermentering	Fald i pH til < 5 under fermentering	Enterobakterier under detektionsgrænse i driftsfasen
Kernemajs vådkonserveret	X			X	X	X	X	X
Ærter	X	X		X			X	
Rapskage		X	X	X	X		X	X
Gærfløde Novo		X	x		X	X		X
Permeat	X			X	X		X	
Sojamelasse	X			X	X		X	X
Roemelasse	X			X	X		X	X
Kartoffelskræller	X	X	X	X			X	X
Kartoffelpulp	X		X				X	
Mask		X	X	X	x	X		X
Pektinfoder	X		X		X	X		X
C5-melasse (halmmelasse)	X		X	X	X			X
WDGS (Wet Distillers Grain with Solubles)		X	X	X	X	X		X
DDGS (Dried Distillers Grain with Solubles)		X	X	X	X	X		X

Tableværket i appendiks 1-3 udgør en database med sammenhængende data for næringsstofindhold, mikrobiologisk kvalitet og fermenteringsegenskaber til anvendelse ved udvælgelse af danskproducerede råvarer og biprodukter til sammensætning af billigt vådfoder.

# Referencer

- [1] Serena, A; Bach Knudsen, K.E. (2007): Chemical and physicochemical characterization of co-products from the vegetable food and agro industries. *Animal Feed Science and Technology* 139), pp. 109-124.
- [2] Pedersen, A. Ø.; Canibe, N. (2011): Fermentering af korn giver en lille stigning i energiværdien. [Meddelelse nr. 895. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [3] Pedersen, A. Ø.; Jørgensen, H.; Knudsen, K. E. B.; Canibe, N.; Poulsen, H. D. (2010): Fermentering af korn øger fordøjeligheden af næringsstoffer. [Meddelelse nr. 873. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [4] Pedersen, A. Ø.; Andersson, M. L. (2012): Fermenteret vådfoder med podedkultur øger ikke produktiviteten. [Meddelelse nr. 934. Videncenter for Svineproduktion](#)
- [5] Shimelis, E.A.; Rakshit, S.K. (2008): Influence of natural and controlled fermentations on  $\alpha$ -galactosides, antinutrient and protein digestability of beans (*Psaeolus vulgaris* L.). *Internat. J. Food Sci. Technol.* 43(4), 658-665.
- [6] Niederkorn, V.; Boudra, H.; Morgavi, D.P. (2006): Binding of Fusariumtoxins by fermentative bacteria in vitro. *J. Appl. Microbiologi.* 101 (4), 849-856.
- [7] Vils, E.; Canibe, N. (2010): Fermentering af formalet majs ved forskellige temperaturer. [Erfaring nr. 1010, Videncenter for Svineproduktion](#)
- [8] Brosbøl-Jensen, B.; et al. (2008) Biprodukter fra fødevare- og nonfoodindustrien til foderbrug – sikkerhed for mennesker og dyr (2008), Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- [9] Brosbøl-Jensen, B.; et al. (2008): Oversigt over biprodukter pr. 14. januar 2008. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
- [10] Tybirk P.; Strathe, A.B.; Vils, E.; Sloth N.M.; Boisen S. (2006): Det danske fodervurderingssystem til svin. [Rapport nr. 30, Dansk Svineproduktion.](#)
- [11] Canibe, N.; Virtanen, E.; Jensen, B.B. (2007): Microbial and nutritional characteristics of pig liquid feed during fermentation. *Anim. Feed Sci. Tecjnl.* 134 (1-2), 108-123.
- [12] Bruun, T.S.; Vinther J.; Sloth N.M.; Tybirk P. (2014): Fordøjelighed af soja- og rapsprodukter hos smågrise. [Meddelelse nr. 993, Videncenter for Svineproduktion.](#) [Meddelelse nr. 993, Videncenter for Svineproduktion](#)
- [13] Maribo H. (2010): Smågrisefoder tilsat 15 procent rapskage eller - skrå [Meddelelse nr. 890, Videncenter for Svineproduktion](#)

Aktivitetsnr.: 004-435202

//NJK //

# Appendiks 1

## Analyseret næringsindhold

	Gærfløde NOVO			Permeat			Sojamelasse			Roemelasse		
	Gns	Stdafv	Interval	Gns	Stdafv	Interval	Gns	Stdafv	Interval	Gns	Stdafv	Interval
N	3			2			3			3		
TS, %	15.61	0.22	(15.41-15.85)	7.03	0.13	(6.93-7.12)	61.47	2.71	(59.3-64.5)	81.30	1.45	(79.9-82.8)
Råprotein, % af ts.	54.53	0.75	(53.8-55.3)	3.00	0.14	(2.9-3.1)	7.70	1.77	(6.1-9.6)	11.53	3.62	(7.5-14.50)
Råfedt, % af ts.	4.67	0.25	(4.4-4.9)	0.25	0.07	(0.2-0.3)	8.07	0.93	(7.3-9.1)	0.00	0.00	0.00
Råaske, % af ts.	7.57	0.06	(7.5-7.6)	9.05	0.21	(8.9-9.2)	7.30	1.25	(6.1-8.6)	9.47	1.06	(8.5-10.60)
EFOS, %				99.95	0.07	(99.9-100)	99.50	0.20	(99.3-99.7)	99.97	0.15	(99.8-100.10)
EFOSi, %				98.55	0.21	(98.4-98.7)	98.73	1.89	(96.6-100.2)	99.97	0.71	(99.2-100.60)
FEsv pr kg ts.				1.21	0.00	(1.21-1.22)	1.29	0.03	(1.26-1.32)	1.12	0.01	(1.10-1.13)
FEso pr kg ts				1.17	0.00	(1.16-1.17)	1.24	0.03	(1.21-1.26)	1.07	0.02	(1.06-1.09)
FEsv, pr. kg				0,09	0.00	(0.08-0.09)	0.79	0.04	(0.75-0.83)	0.91	0.02	(0.90-0.93)
FEso, pr. kg				0.08	0.00	(0.08-0.08)	0.76	0.04	(0.72-0.80)	0.87	0.02	(0.86-0.89)
Stivelse, % af ts.												
Sukre <sup>1</sup> , % af ts.				2.60	2.27	(0.99-4.2)	34.54	6.32	(28.45-41.06)	64.15	6.16	(59.43-71.11)
Laktose, % af ts.				78.61	3.62	(76.05-81.17)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oligosakarider <sup>2</sup> , % af ts.				0.03	0.04	(0-0.05)	17.93	0.24	(17.73-18.2)	1.64	0.94	(0.56-2.29)
Total sukre <sup>3</sup> , % af ts.				81.22	1.32	(80.29-82.15)	52.47	6.38	(46.18-58.93)	65.78	5.27	(61.49-71.67)
T-NSP <sup>4</sup> , % af ts.	29.80	0.98	(28.7-30.6)									



	Kartoffelskræller			Kartoffel- pulp	Mask	Pektin- foder	C5- melasse	WDGS	DDGS
	Gns	Stdafv	Interval						
N	3			1	1	1	1	1	1
TS, %	14.77	1.67	(13- 16.32)	13.15	26.42	23.08	58.31	13.30	90.14
Protein, % af ts.	18.07	1.17	(17.2- 19.4)	11.10	24.90	6.40	5.50	25.70	33.20
Fedt, % af ts.	1.87	0.40	(1.5-2.3)	0.80	10.90	6.30	0.00	6.80	9.10
Aske, % DM	8.10	1.10	(7-9.2)	6.40	5.00	1.00	13.00	3.80	4.20
EFOS, %	83.13	3.21	(79.5- 85.6)	81.40	43.00	61.30	99.00	78.80	70.70
EFOSi, %	71.95	4.31	(68.9- 75)		35.60			69.50	62.10
FEsv, pr. kg ts.	1.00	0.10	(0.92- 1.06)		0.53			1.09	0.98
FEso, pr. kg ts.	1,03	0.09	(0.96- 1.08)		0.65			1.12	1.03
FEsv, pr. kg	0.15	0.04	(0.12- 0.17)		0.14			0.14	0.88
FEso, pr. kg	0.15	0.04	(0.12- 18)		0.17			0.15	0.93
Stivelse, % af ts.	40.31	4.07	(36.4- 44.52)	20.71				16.92	1.24
Sukre <sup>1</sup> , % af ts.	0.49	0.67	0.05- 1.26)	0.53	0.14			17.08	0.57
Laktose, % af ts.	0.01	0.01	(0-0.01)	- <sup>7</sup>	- <sup>7</sup>			0.16	.
Oligosakkarider <sup>2</sup> , % af ts.	0.02	0.02	(0-0.04)	0.01	- <sup>7</sup>			0.06	0.92
Total sukre <sup>3</sup> , % af ts.	0.51	0.65	(0.08- 1.26)	0.53	0.14			17.30	1.49
T-NSP <sup>4</sup> , % af ts.	16.73	1.25	(15.3- 17.6)	55.10	43.00	71.60	44.20	24.90	32.60
S-NSP <sup>5</sup> , % T-NSP	36.00	0.00	(36_36)	49.00	4.00	14.00		25.00	30.00
I-NSP <sup>6</sup> , % T-NSP	64.00	0.00	(64-64)	51.00	96.00	86.00		75.00	70.00
Lignin, % af ts.	5.97	1.16	(4.9-7.2)	2.00	11.10	13.90		4.30	5.00
Cellulose, % af ts.	6.53	0.55	(5.9-6.9)	20.10	14.00	42.90	- <sup>7</sup>		5.80

	Kerne- majs ensileret 8 (AIV Pro)	Kerne- majs ensileret 9 (Kofagrain pH5)	Kerne- majs gastæt	Kerne- majs ensileret 10	Ærter			Rapskage		
					Gns	Stdafv	Interval	Gns	Stdafv	Interval
N	1	1	1	1	6			3		
TS, %	64.05	57.72	65.92	61.01	87.78	1.18	(85.8- 89.2)	90.63	1.28	(89.23- 91.74)
Protein, % af ts.	10.20	8.00	8.60	9.70	23.91	2.25	(21.7- 26.6)	32.74	0.14	(32.6- 32.9)
Fedt, % af ts.	4.40	3.50	4.30	3.80	1.94	0.06	(1.9- 2.0)	11.59	0.60	(10.9- 12.0)
Aske, % af ts.	1.50	1.30	1.40	1.60	3.00	0.07	(2.9- 3.1)	7.06	0.02	(7.0- 7.1)
EFOS, %	91.40	92.20	91.80	91.00	85.25	2.18	(83- 89.1)	78.56	2.69	(75.5- 80.4)
EFOSi, %	89.70	86.90	88.40	88.00	77.30	2.26	(74.2- 80.1)	58.50	1.06	(57.8- 59.7)
FEsv, pr. kg ts.	1.45	1.40	1.43	1.41	1.13	0.04	(1.09- 1.18)	1.00	0.04	(0.96- 1.03)
FEso, pr. kg ts.	1.41	1.38	1.40	1.38	1.14	0.03	(1.11- 1.19)	1.07	0.04	(1.03- 1.09)
FEsv, pr. kg	0.93	0.81	0.95	0.86	0.99	0.02	(0.96- 1.02)	0.90	0.04	(0.85- 0.94)
FEso, pr. kg	0.90	0.79	0.93	0.84	1.00	0.02	(0.98- 1.02)	0.97	0.05	(0.92- 1.00)
Stivelse, % af ts.	69.41	72.41	69.11	72.38	47.88	1.86	(46.6- 51.56)			
Sukre <sup>4</sup> , % af ts.	0.22	0.20	0.18	0.85	2.98	0.43	(2.48- 3.64)	6.94	0.85	(5.97- 7.55)
Laktose, % af ts.										
Oligosakkarider <sup>5</sup> , % af ts.	0.01	0.01	0.01		4.67	0.27	(4.27- 5.1)	2.01	0.22	(1.79- 2.22)
Total sukre <sup>6</sup> , % af ts.	0.24	0.20	0.19	0.85	7.64	0.27	(7.32- 8.02)	8.95	1.05	(7.76- 9.77)
T-NSP <sup>7</sup> , % af ts.	7.60	6.30	7.20	7.60	12.92	1.68	(10.6- 14.9)	22.83	0.51	(22.4- 23.4)
S-NSP <sup>8</sup> , % T- NSP	13.00	4.00	7.00	4.00	33.33	4.18	(28-40)	20.00	2.65	(18-23)

I-NSP <sup>6</sup> ,% T-NSP	87.00	96.00	93.00	96.00	66.67	4.18	(60-72)	80.00	2.65	(77-82)
Lignin, % af ts.	0.70	1.00	0.80	0.80	0.32	0.24	(0-0.6)	11.67	1.51	(10.6-13.4)
Cellulose, % af ts.	2.20	2.00	2.40	2.20	4.83	0.89	(3.6-6.2)	6.87	0.35	(6.5-7.2)
Fosfor, % af ts.	0.30	0.30	0.30	0.30				1.20	0.00	(1.2-1.2)
Fytinsyre, % af ts.	0.05		0.13	0.04						
Glukosinolater, µmol/g								20.77	5.69	(14.3-25)
Trypsininhibitor, TIA pr. g ts.					2853.33	1099.59	(2000-4700)			
Deoxinivalenol, ng/g			209.40	371.00						

<sup>1</sup> Galaktose+ glucose + fructose.

<sup>2</sup> Raffinose + stachyose + verbascose

<sup>3</sup> Galaktose+ glucose + fructose+ lactose+ raffinose + stachyose + verbascose

<sup>4</sup> T-NSP( total ikke-stivelses polysakkarider)

<sup>5</sup> S-NSP(opløselige ikke-stivelsespolysakkarider)

<sup>6</sup> I-NSP (uopløselige ikke-stivelses polysakkarider), lignin og cellulose.

<sup>7</sup> Under detektionsgrænsen

<sup>8</sup> Ensileret i planlager med ensileringsmidlet AIV Pro, som indeholder myresyre, propionsyre og benzoesyre.

<sup>9</sup> Ensileret i silopose med ensileringsmidlet Kofagrain pH5, som indeholder propionsyre og benzoesyre.

<sup>10</sup> Ensileret i planlager med esileringsmidlet Feedtech 22, som indeholder homofermentative mælkesyre bakterier + benzoesyre.

## Appendiks 2

### Mikroorganismer, pH og indhold af organiske syrer i råvarer

	Gærfløde			Permeat			Sojamelasse			Roemelasse		
	Gns	Stdafv	Interval	Gns	Stdafv	Interval	Gns	Stdafv	Interval	Gns	Stdafv	Interval
N	3			2			3			3		
Enterobakterier, log cfu/g	<3.00	0.00		<3.00	0.00		<3.00	0.00		<3.00	0.00	
<i>Cl. perfringens</i> , log cfu/g	<2.00	0.00		<2.00	0.00		<2.00	0.00		<2.00	0.00	
Mælkesyrebakterier, log cfu/g	7.29	0.82	(6.69-8.23)	3.48	0.00	3.48	5.40	1.83	(3.3-6.62)	3.69	0.94	(3-4.76)
Gær, log cfu/g	4.03	0.89	(3-4.55)	4.26	0.18	(4.13-4.39)	<3.00	0.00		3.56	0.96	(3-4.67)
Skimmel, log cfu/g	<3.00	0.00		<3.00	0.00		<3.00	0.00		<3.00	0.00	
pH <sup>1</sup>	4.09			6.01			5.60			6.89		
Myresyre, mmol/kg	0.43	0.75	(0.00-1.3)	- <sup>2</sup>						45.20	6.51	(37.9-50.4)
Eddikesyre, mmol/kg	26.40	0.44	(26.1-26.9)	- <sup>2</sup>			23.93	4.60	(19.3-28.5)	84.40	12.52	(70.3-94.2)
Propionsyre, mmol/kg	4.63	0.35	(4.3-5)	- <sup>2</sup>			- <sup>2</sup>			0.57	0.12	(0.5-0.7)
Smørsyre, mmol/kg	21.13	1.27	(20.4-22.6)	- <sup>2</sup>			7.20	9.01	(1.8-17.6)	0.70	0.61	(0-1.1)
Valerinsyre, mmol/kg	4.83	0.21	(4.6-5)	- <sup>2</sup>			- <sup>2</sup>			- <sup>2</sup>		
Mælkesyre, mmol/kg	31.53	35.19	(9.2-72.1)	20.50	1.13	(19.7-21.3)	7.33	0.51	(6.9-7.9)	249.97	25.40	(224.4-275.2)
Ravsyre, mmol/kg	32.30	2.98	(29.1-35)	0.00	0.00	0.00	2.63	1.04	(1.8-3.8)	4.90	0.75	(4.2-5.7)

<sup>1</sup> N=1.

<sup>2</sup> Under detektionsgrænsen

	Kartoffelskræller			Kartoffel- pulp	Mask	Pektin- foder	C5- melasse	WDGS	DDGS
	Gns	Stdafv	Interval						
N	3			1	1	1	1	1	1
Enterobakterier, log cfu/g	5.04	0.39	(4.77- 5.49)	6.59	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00
<i>Cl. perfringens</i> , log cfu/g	<2.00	0.00		<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Mælkesyrebak- terier, log cfu/g	7.44	0.32	(7.12- 7.75)	7.86	5.80	3.60	3.30	<3.00	<3.00
Gær, log cfu/g	3.90	0.88	(3-4.75)	5.41	5.87	4.34	<3.00	<3.00	<3.00
Skimmel, log cfu/g	<3.00	0.00		<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00
pH <sup>3</sup>	5.29			5.40	4.06	3.03	5.03	3.90	4.07
Myresyre, mmol/kg	.. <sup>2</sup>			.. <sup>2</sup>			385.70		
Eddikesyre, mmol/kg	7.87	0.67	(7.1-8.3)	37.40	20.00	9.00	187.40	3.80	8.30
Propionsyre, mmol/kg	.. <sup>2</sup>			.. <sup>2</sup>		9.40	1.25	.. <sup>2</sup>	.. <sup>2</sup>
Smørsyre, mmol/kg	.. <sup>2</sup>			.. <sup>2</sup>	0.60	.. <sup>2</sup>	.. <sup>2</sup>	.. <sup>2</sup>	.. <sup>2</sup>
Valerinsyre, mmol/kg	.. <sup>2</sup>			.. <sup>2</sup>		.. <sup>2</sup>	.. <sup>2</sup>	.. <sup>2</sup>	.. <sup>2</sup>
Mælkesyre, mmol/kg	19.90	15.34	(10.5- 37.6)	15.60	97.50	.. <sup>2</sup>	107.90	50.60	377.00
Ravsyre, mmol/kg	0.43	0.75	(0-1.3)	.. <sup>2</sup>		.. <sup>2</sup>	26.45	19.20	116.80

<sup>2</sup> Under detektionsgrænsen

<sup>3</sup> Kartoffel-skræller, N=1; C5-melasse organiske syrer, N=2.

	Kerne- majs ensileret <sup>3</sup> (AIV Pro)	Kernemajs ensileret <sup>4</sup> (Kofagrain pH5)	Kerne- majs gastæt	Kerne- majs ensileret <sup>5</sup>	Ærter			Rapskage		
					Gns	Stdafv	Interval	Gns	Stdafv	Interval
N	1	1	1	1	6			3		
Enterobakte- rier, log cfu/g	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	3.23	0.36	(3.0-3.7)	3.36	0.62	(3-4.08)
<i>Cl. perfringens</i> , log cfu/g	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	0.00		<2.0 0	0.00	
Mælkesyre- bakterier, log	<3.00	3.48	7.45	6.26	3.95	2.32	(3-8.68)	3.37	0.40	(3-3.8)
Gær, log cfu/g	<3.00	<3.00	3.96	4.07	<3.00	0.00		<3.0 0	0.00	
Skimmel, log cfu/g	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	3.05	0.12	(3-3.3)	<3.0 0	0.00	
pH	3.88	3.85	4.54	3.84	6.35	0.07	(6.24- 6.44)	6.02	0.30	(5.68- 6.23)
Myresyre, mmol/kg	67.80	1.50	2.30	-.2	-.2	0.00	0.00	7.07	5.48	(3-13.3)
Eddikesyre, mmol/kg	33.20	14.90	195.10	36.10	5.32	1.54	(3.9-7.9)	16.0 0	6.58	(12.1- 23.6)
Propionsyre, mmol/kg	4.20	37.80	15.70	36.70	-.2			0.33	0.58	
Smørsyre, mmol/kg	-.2	-.2	3.10	-.2	-.2			-.2		
Valerinsyre, mmol/kg	-.2	-.2	-.2	-.2	-.2			-.2		
Mælkesyre, mmol/kg	127.20	189.90	97.20	205.20	-.2			1.47	2.54	(0-4.4)
Ravsyre, mmol/kg	-.2	1.20	3.80	-.2	-.2			0.53	0.92	(0-1.6)

<sup>2</sup> Under detektionsgrænsen

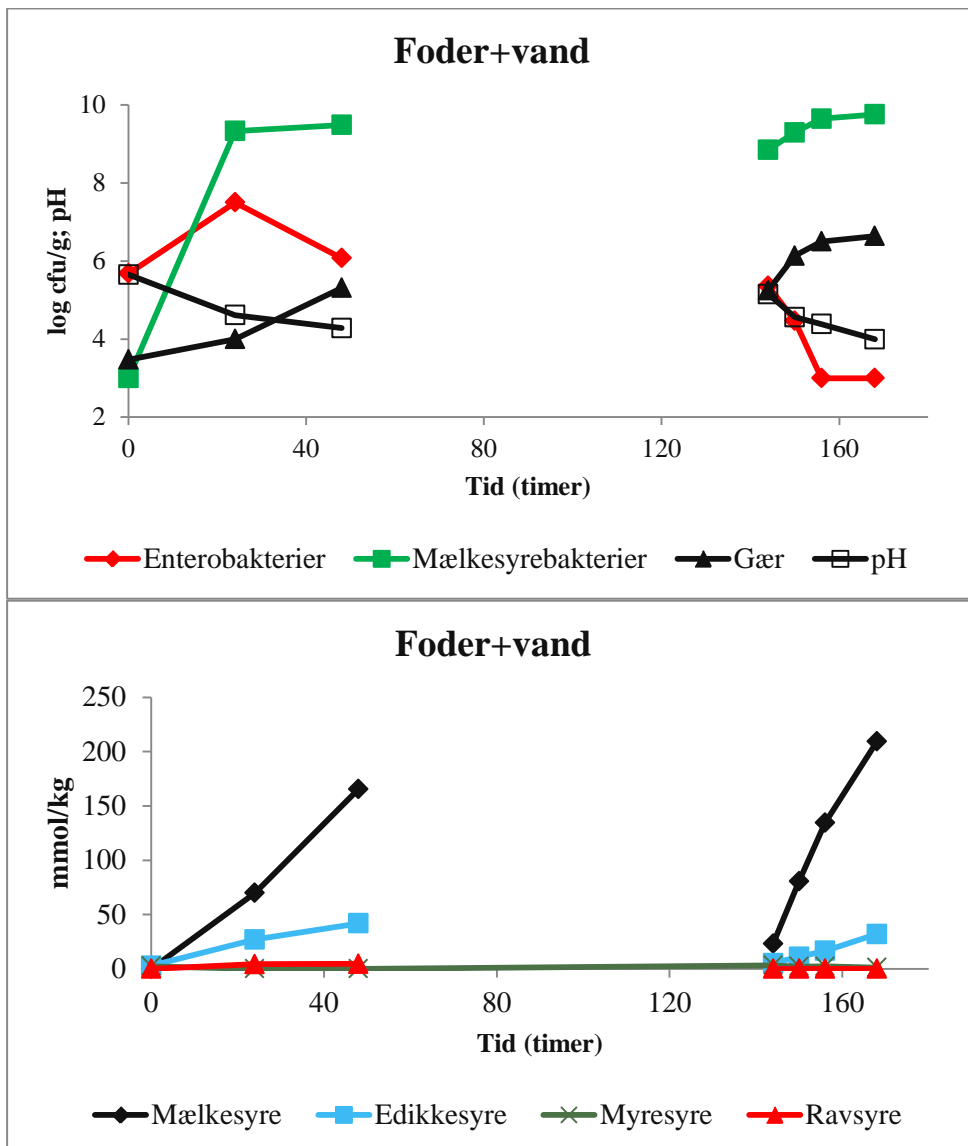
<sup>3</sup> Ensileret i planlager med ensileringsmidlet AIV Pro, som indeholder myresyre, propionsyre og benzoesyre.

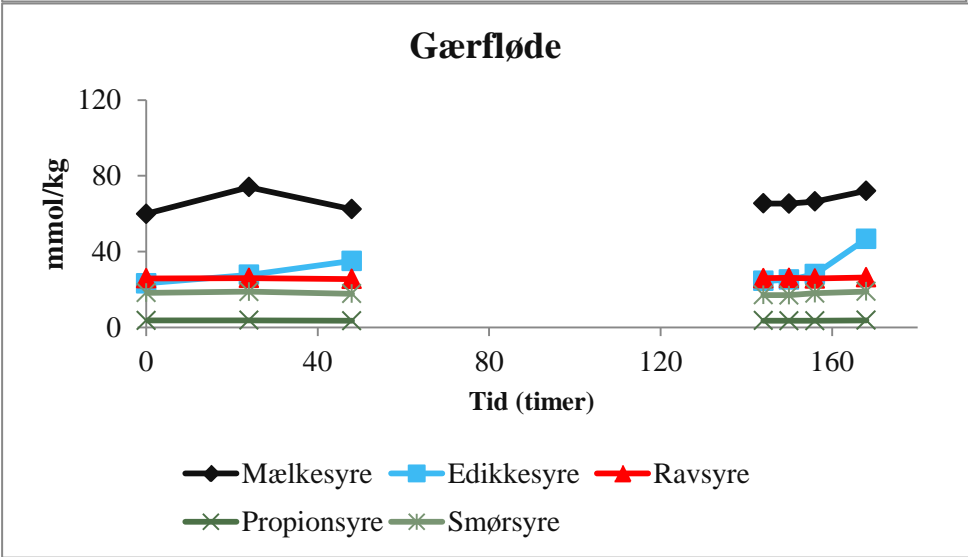
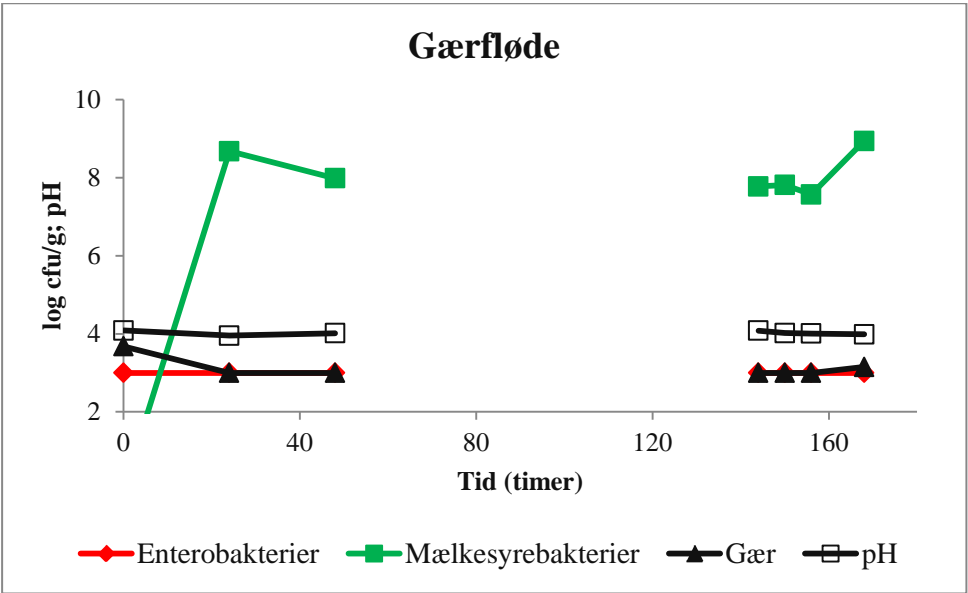
<sup>4</sup> Ensileret i silopose med ensileringsmidlet Kofagrain pH5, som indeholder propionsyre og benzoesyre.

<sup>5</sup> Ensileret i planlager med ensileringsmidlet Feedtech 22, som indeholder homofermentative mælkesyrebakterier + benzoesyre.

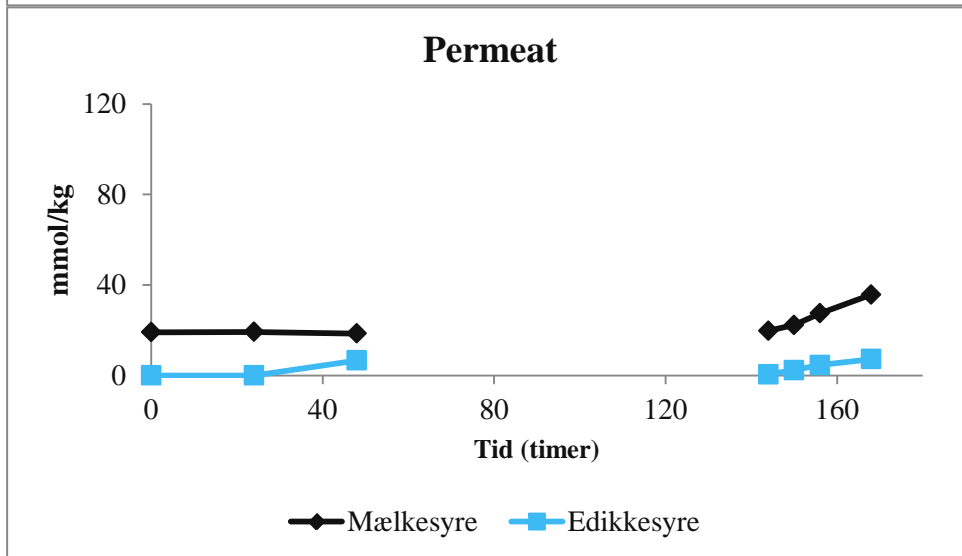
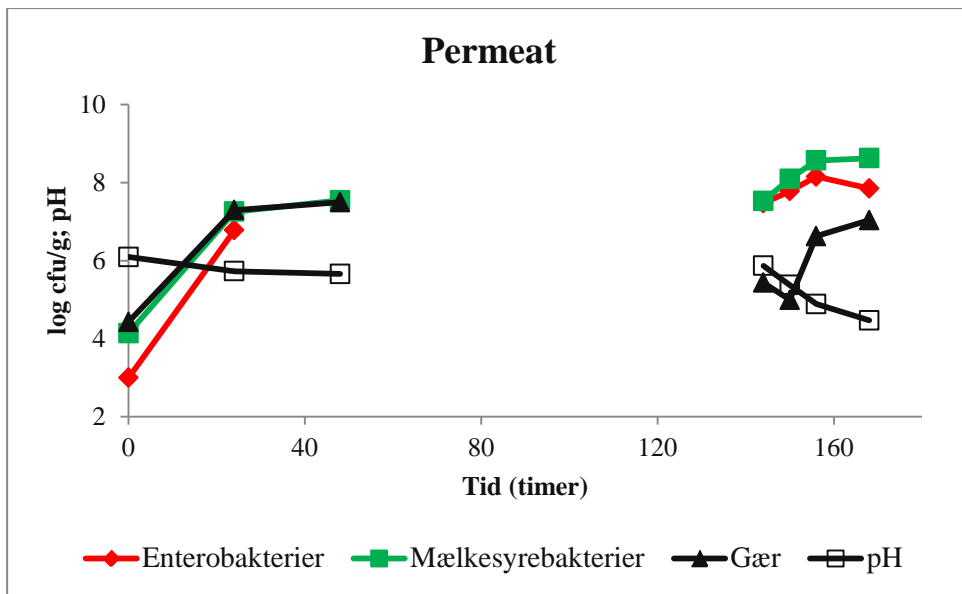
## Appendiks 3

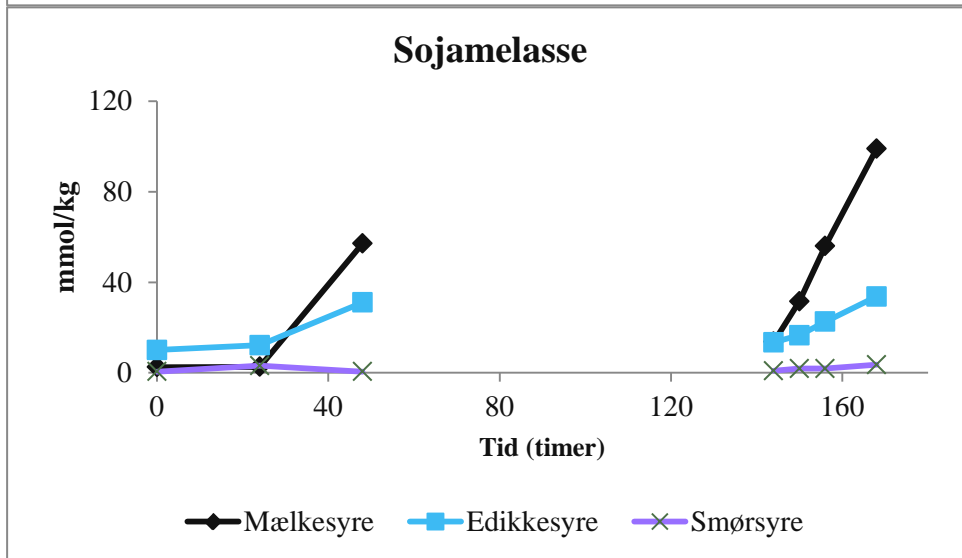
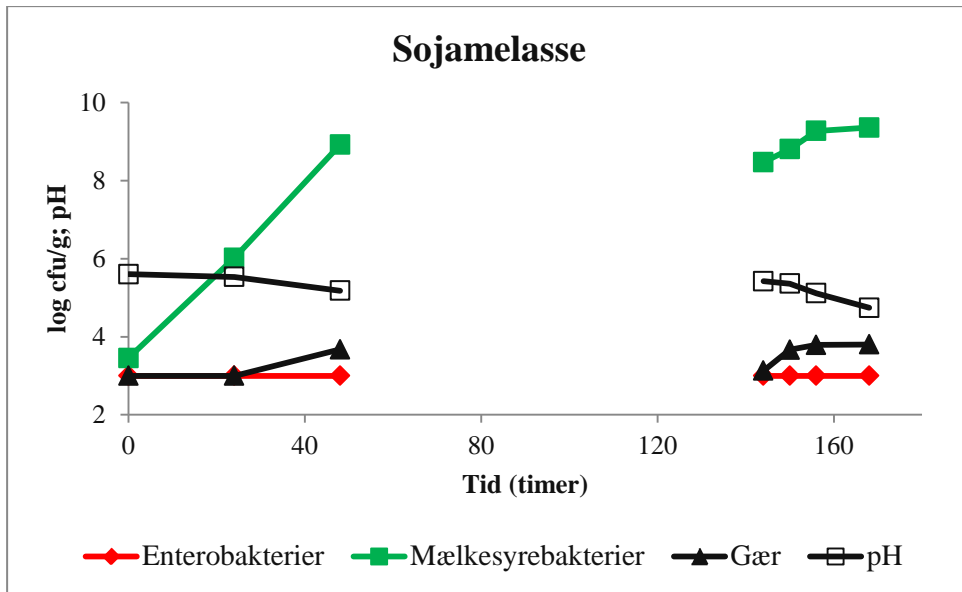
Udvikling i mikrobiologi, pH og indhold af organiske syrer under 7 dages fermentering, hvor 90 procent fermenteret vådfoder en gang dagligt erstattes med frisk opblandet vådfoder

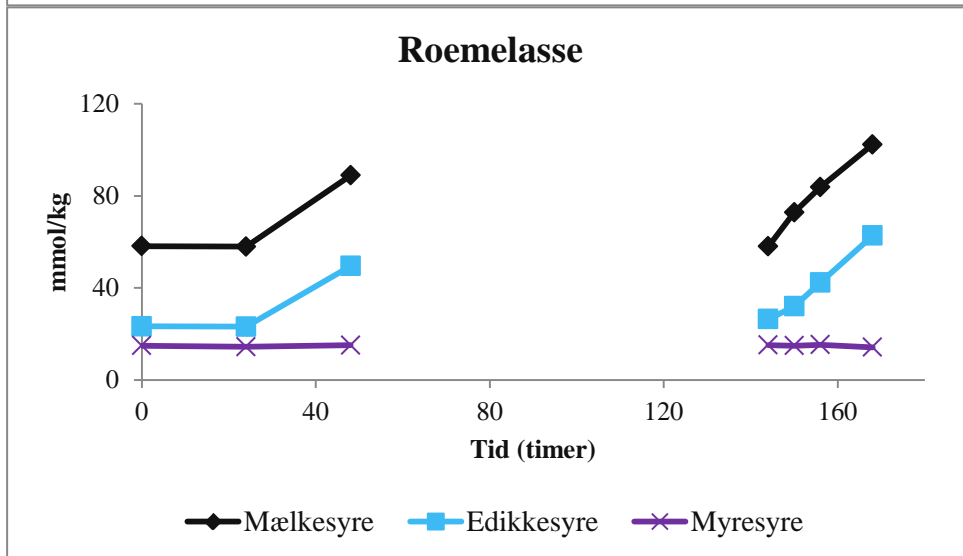
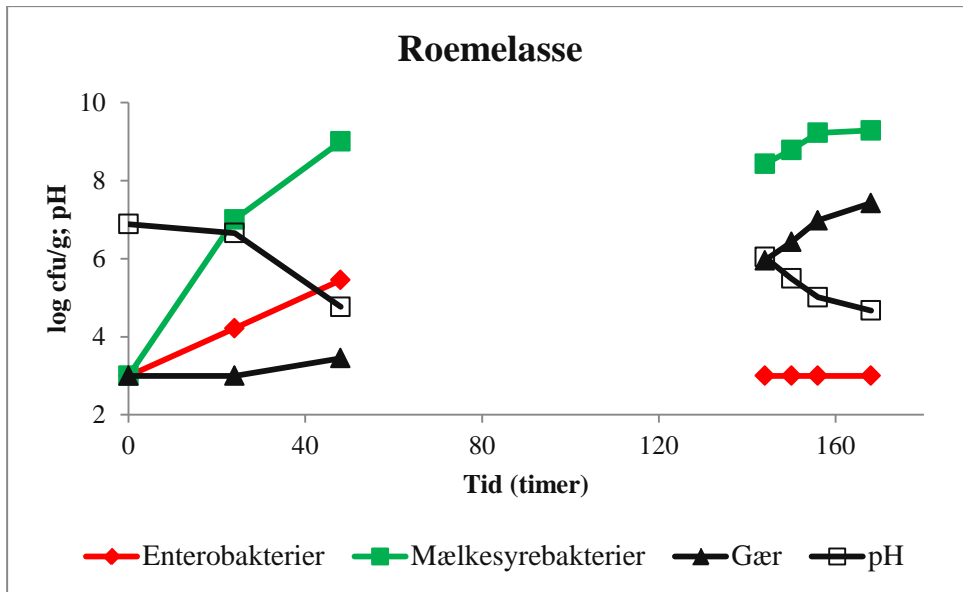


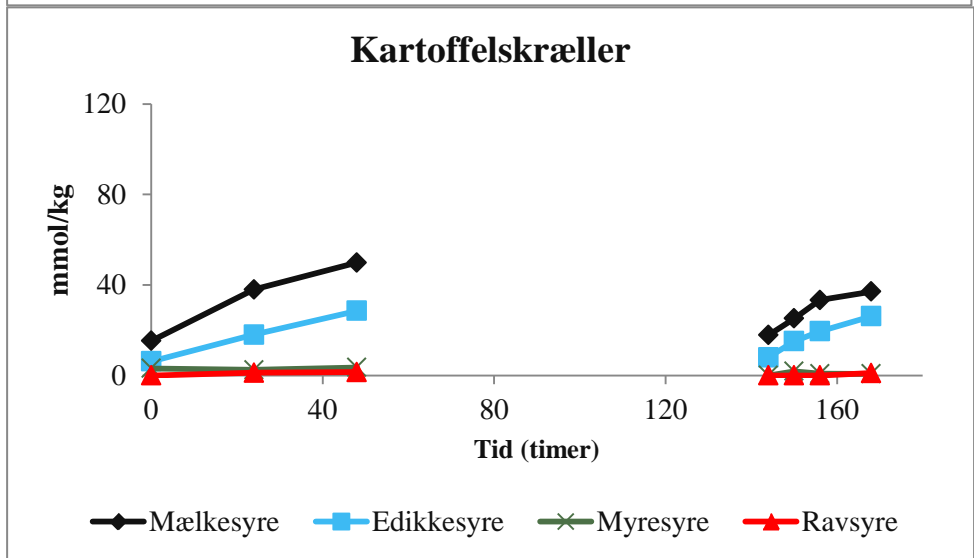
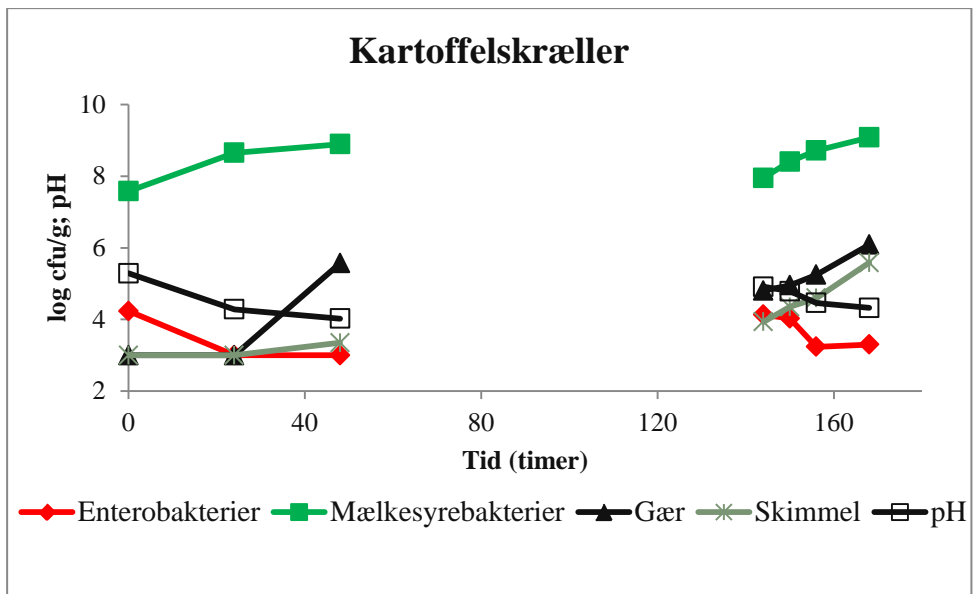


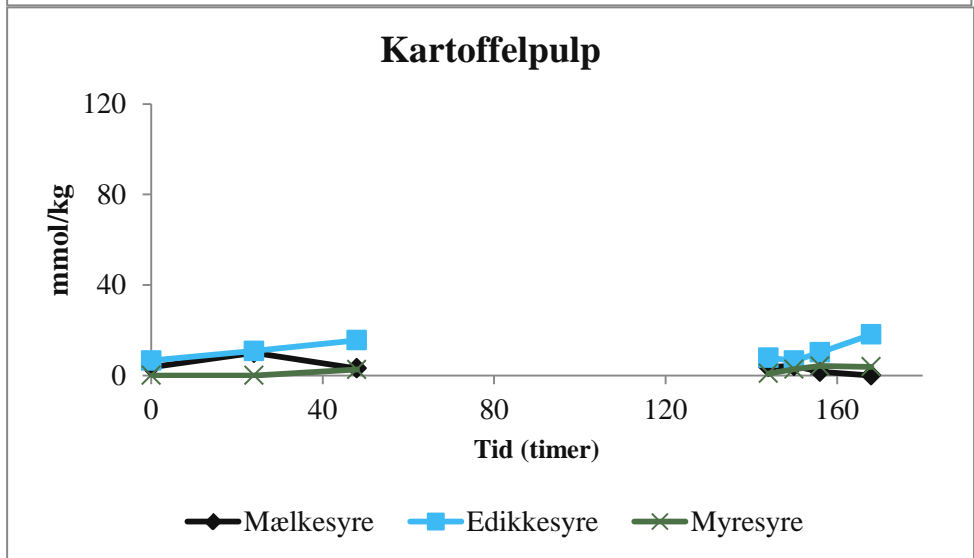
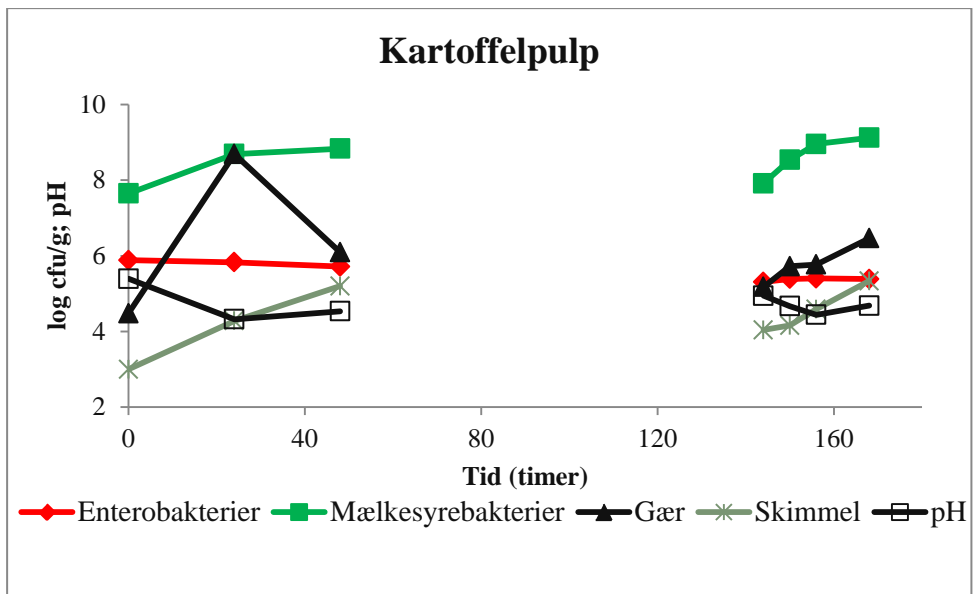


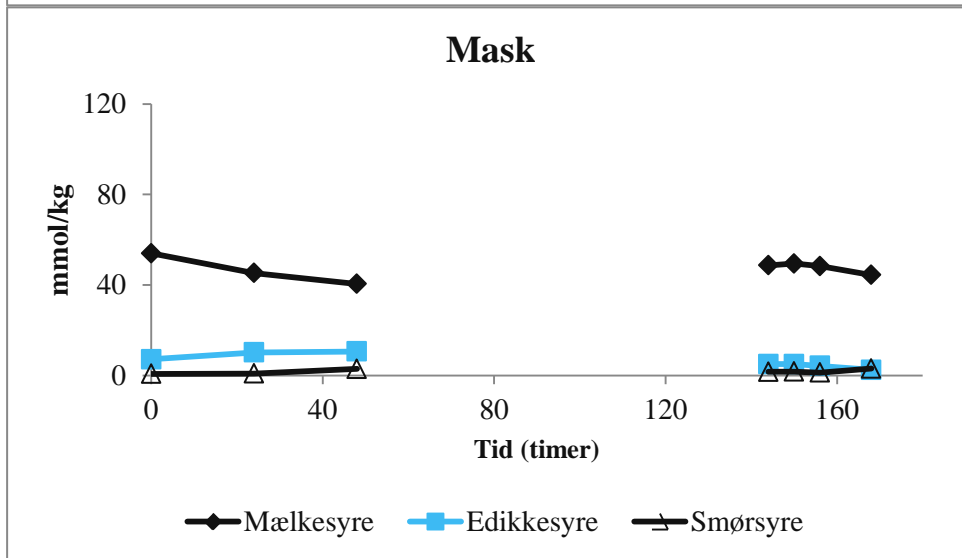
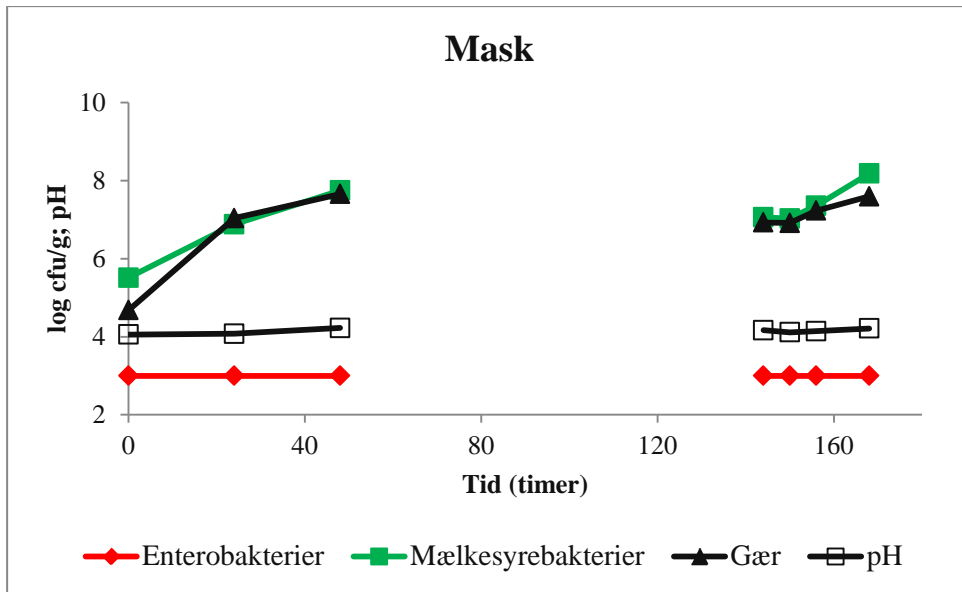


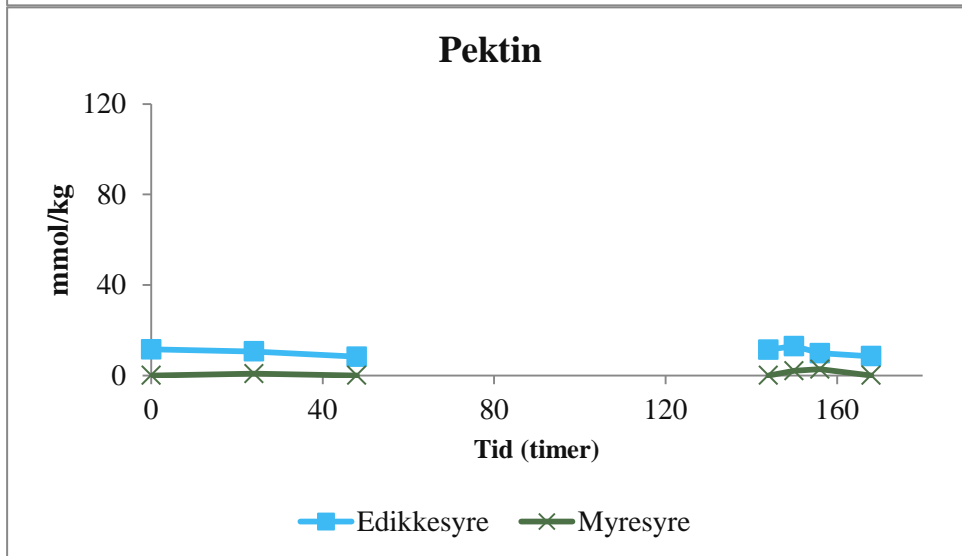
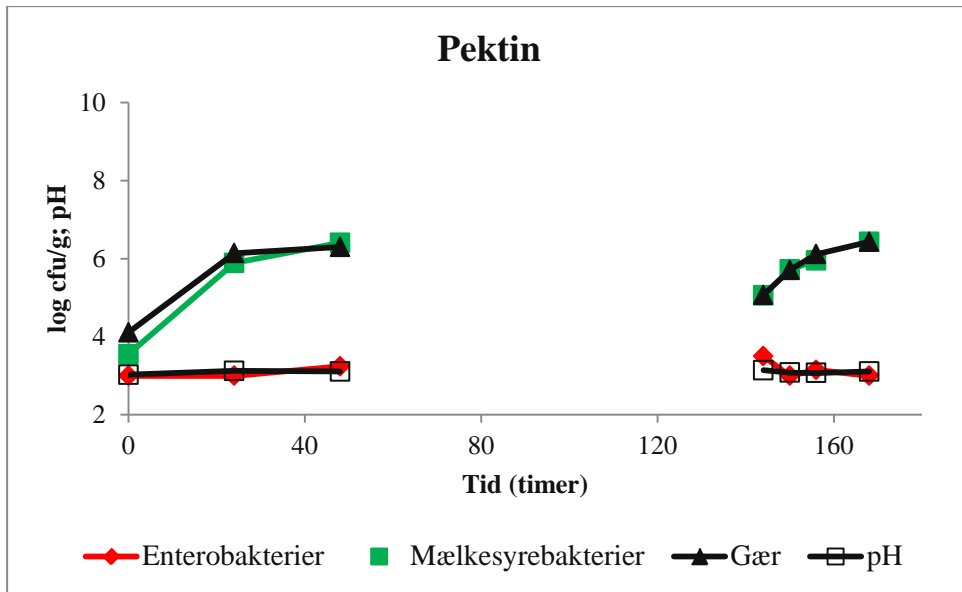


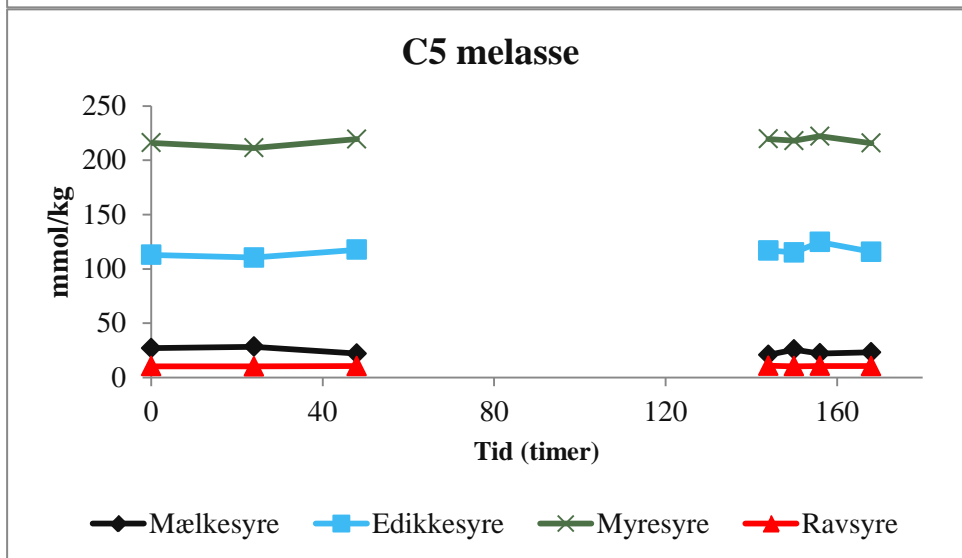
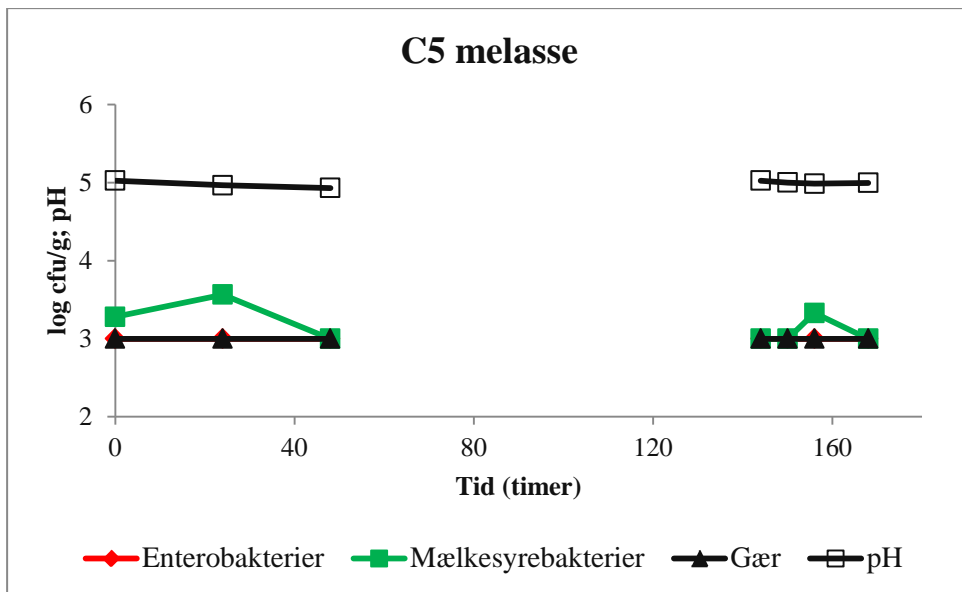




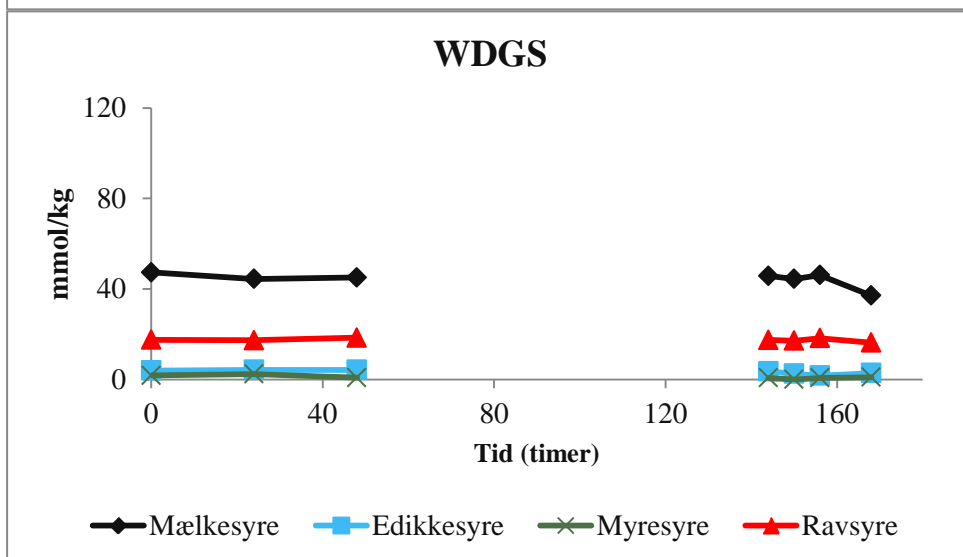
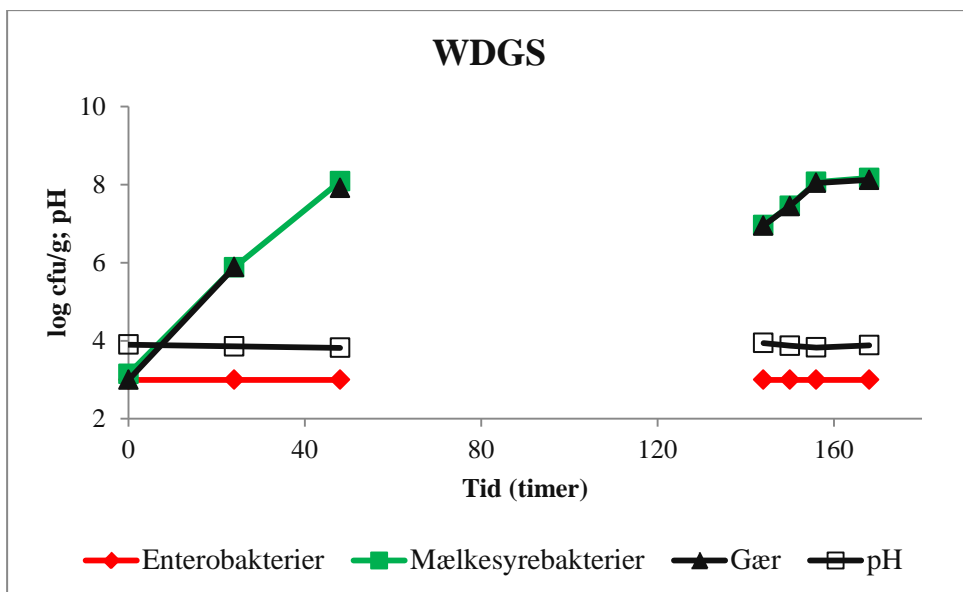


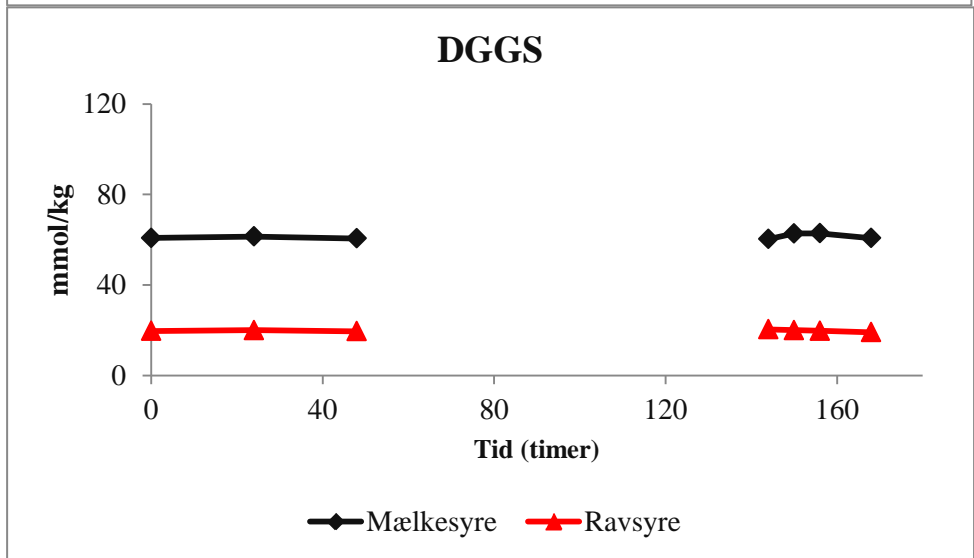
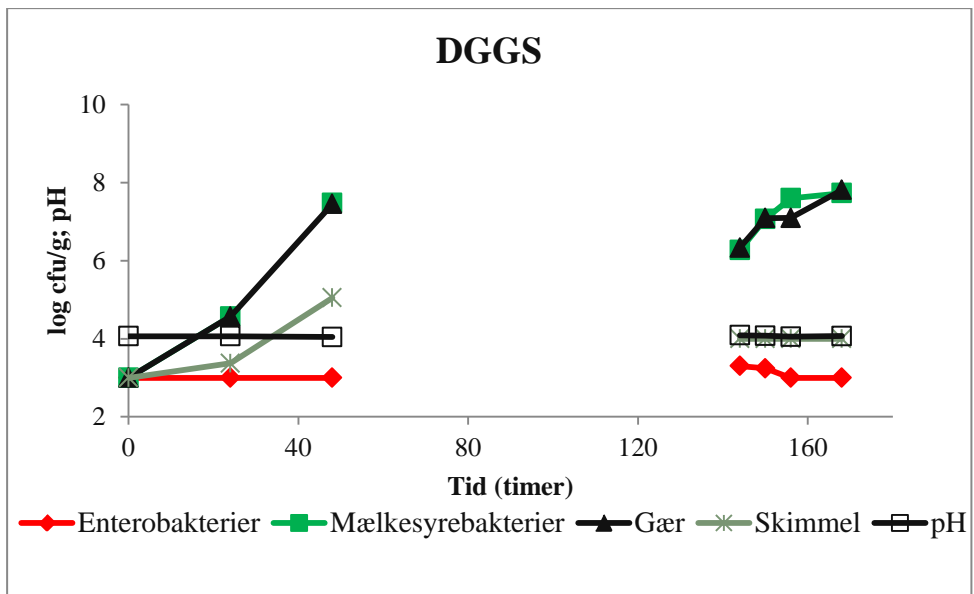


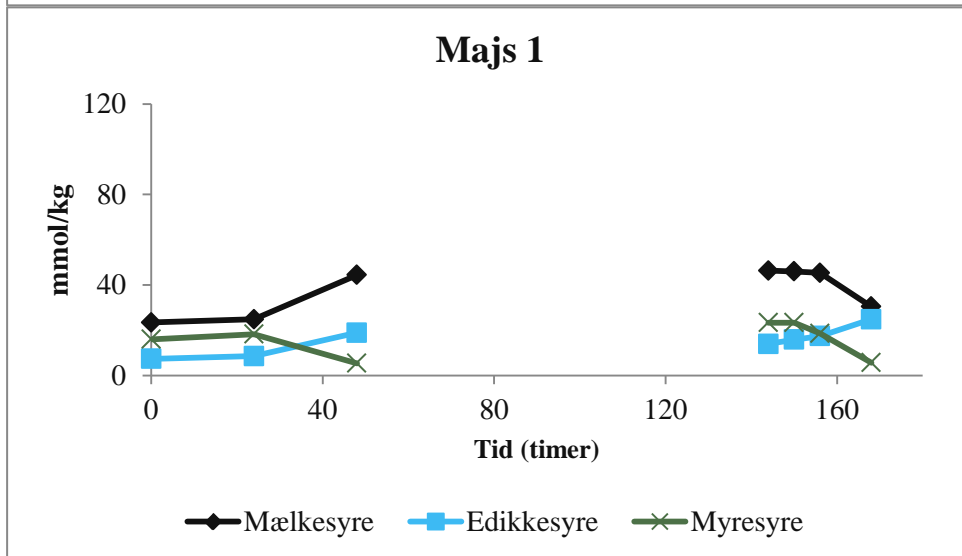
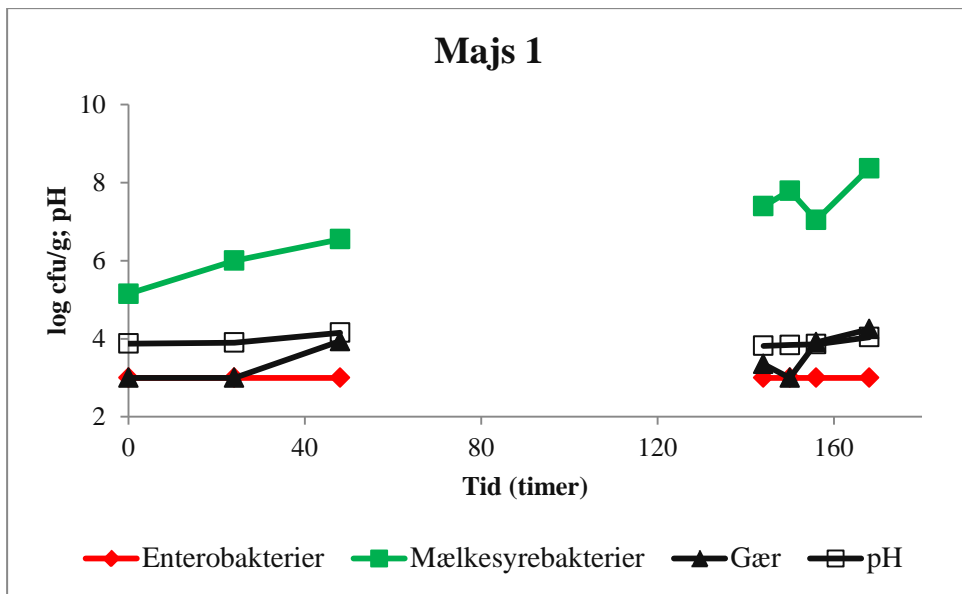


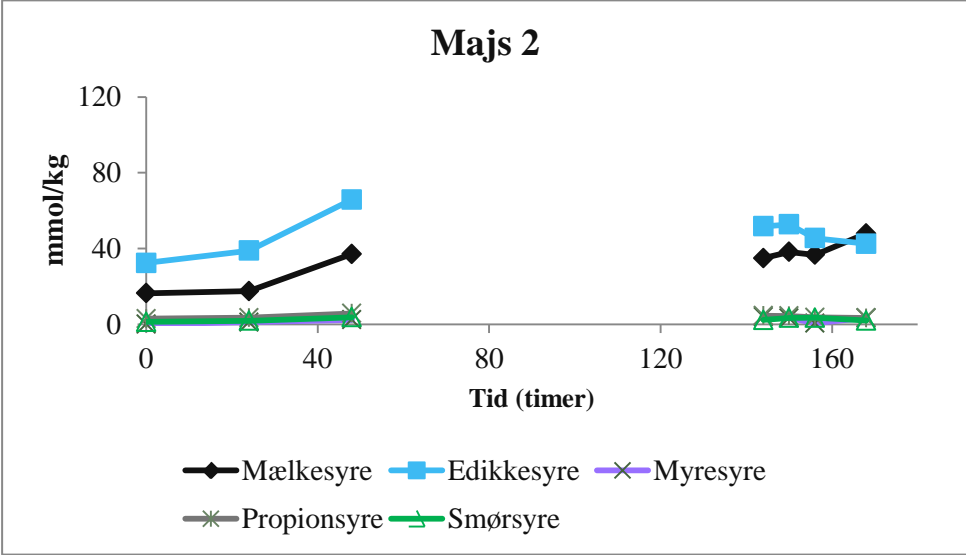
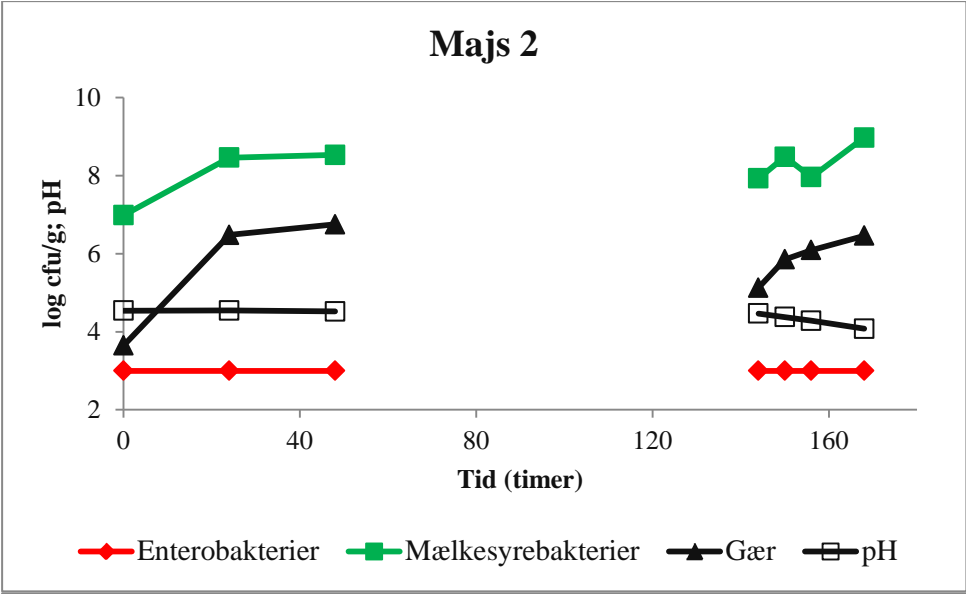


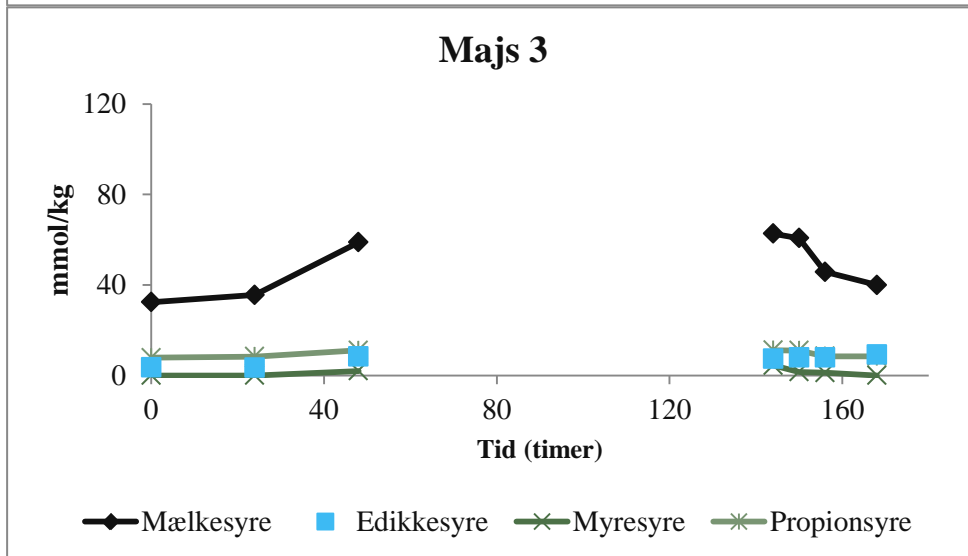
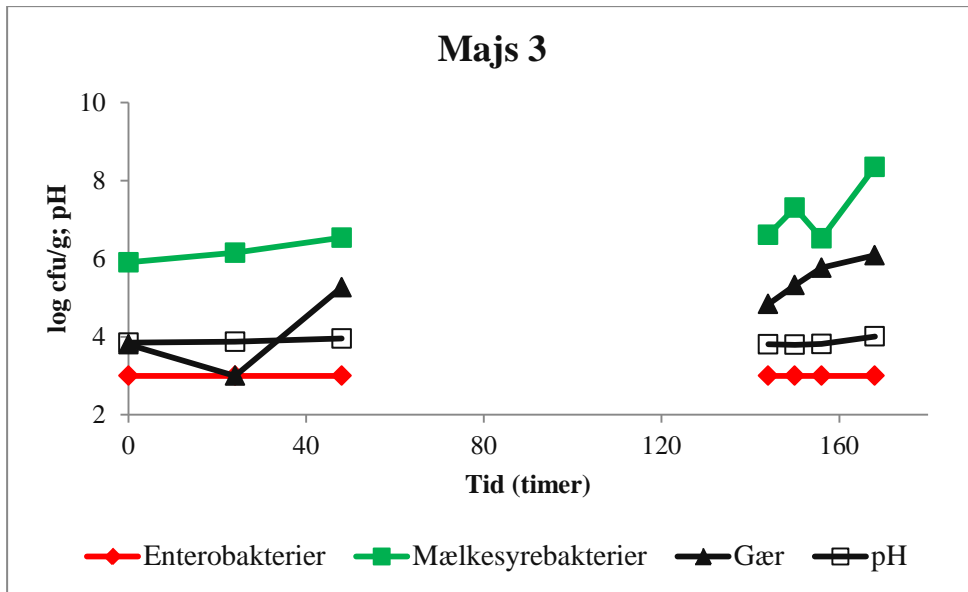


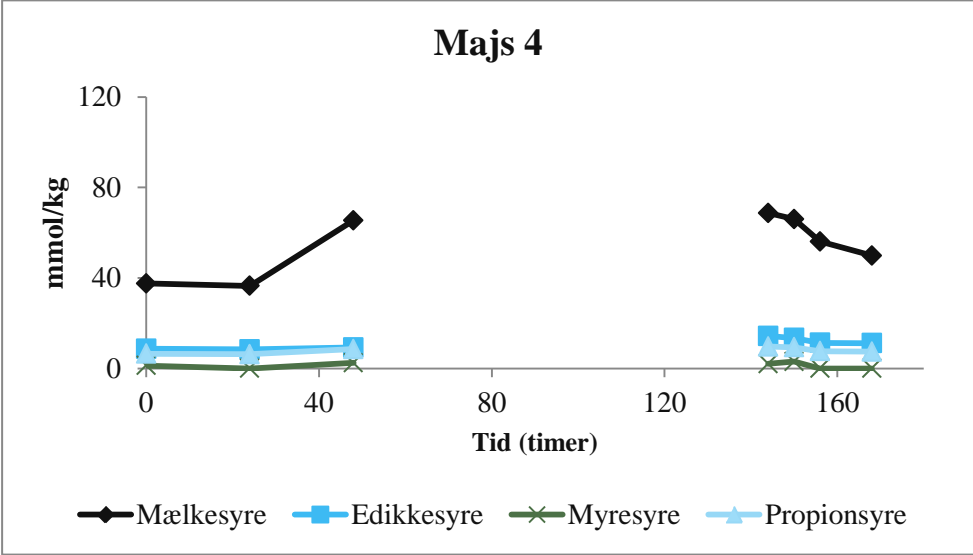
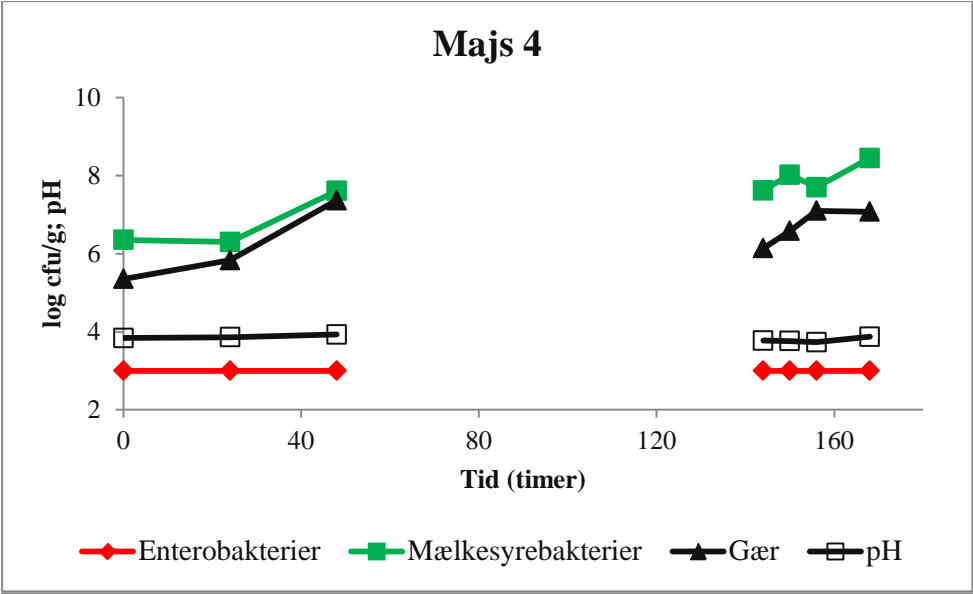


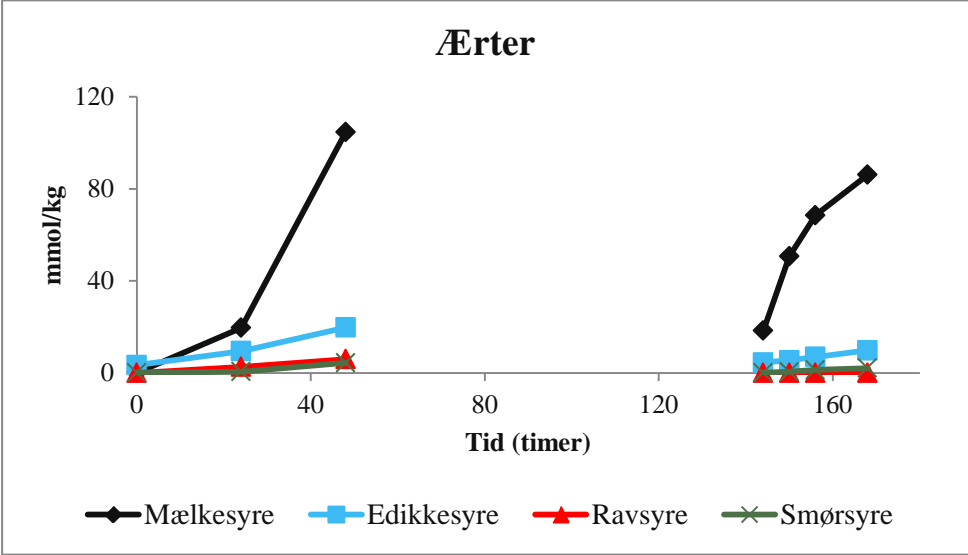
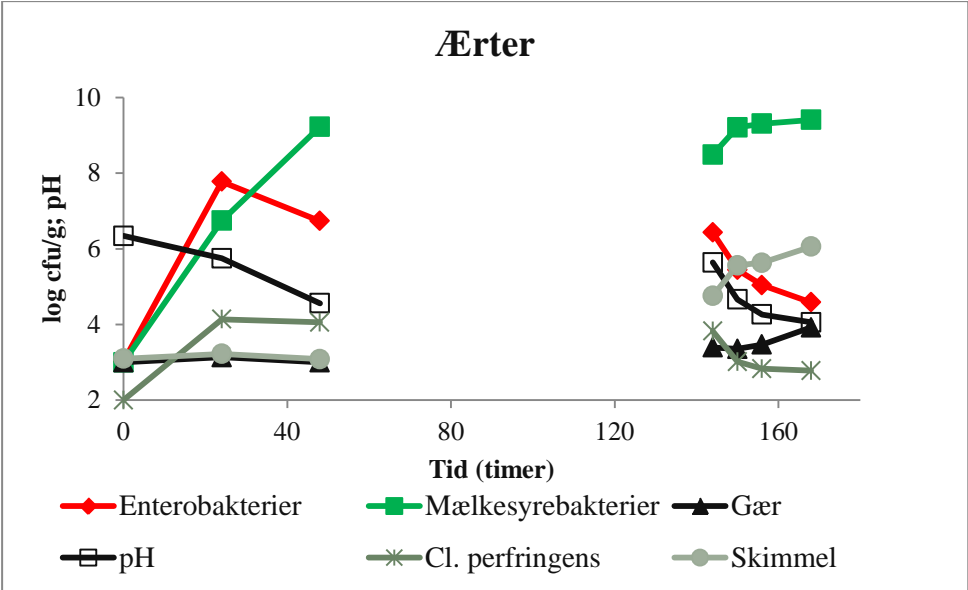


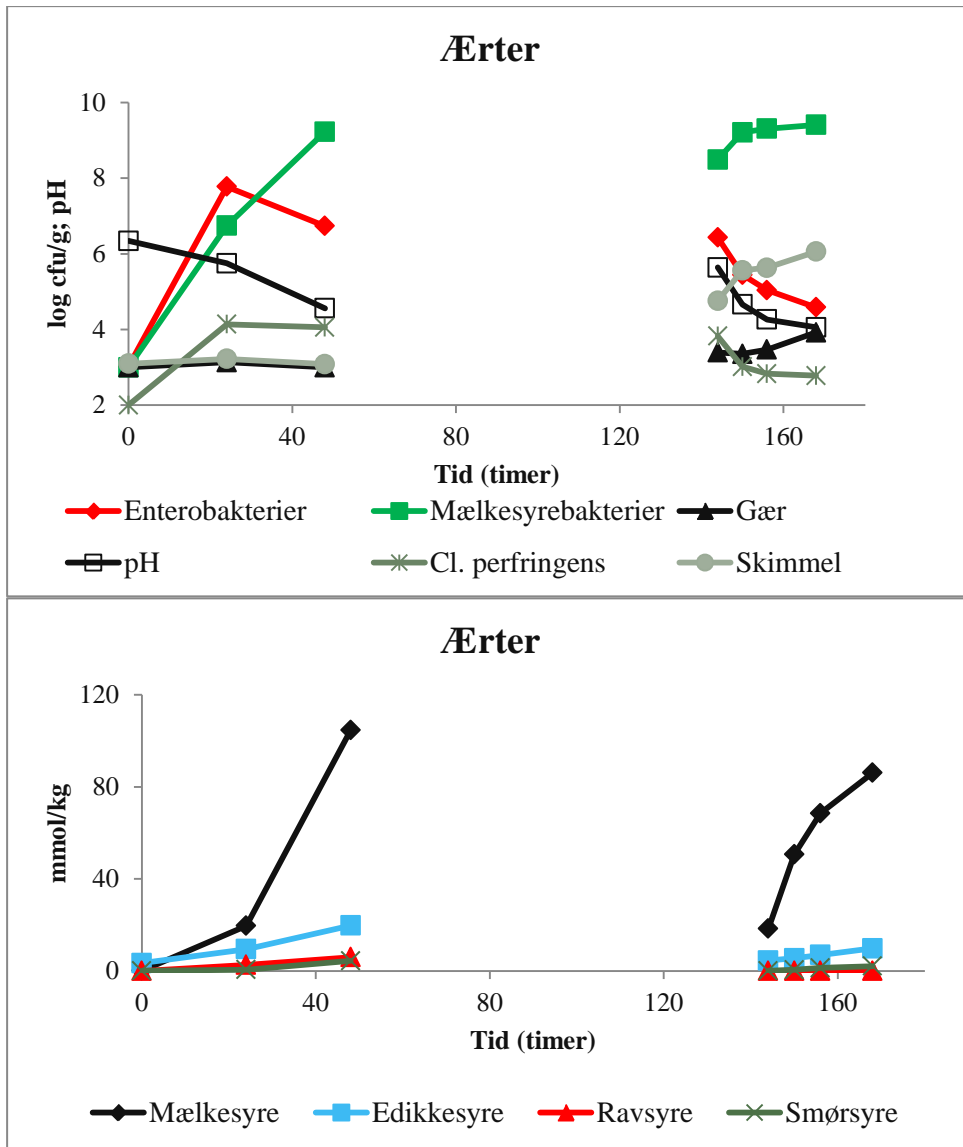














# Appendiks 4

Mikrobiologi i vådfoder – normalværdier (Uddrag fra: Pedersen, A.Ø. (2014): Mikrobiologiske analyser af vådfoder. [vsp.lf.dk](http://vsp.lf.dk), Videncenter for Svineproduktion).

Hvis der er en høj pH-værdi i vådfoderet (over 5,0 i almindeligt vådfoder med restmængder i rørstrengene og over 6,0 i restløst vådfoder) og der samtidig er problemer med lav foderoptagelse, eller der opstår voldsomme diarréproblemer eller pludselige dødsfald, bør der sendes mindst én vådfoderprøve til mikrobiologisk analyse f.eks. på Aarhus Universitet, Institut for Husdyrvidenskab i Foulum.

**Tabel 1.** Normalværdi for pH og normalindhold af mikroorganismer, organiske syrer samt ethanol i vådfoder.

	Almindeligt vådfoder	Restløst vådfoder
pH	4,5 - 5,0	5,0-6,0
Mælkesyrebakterier	$10^8$ - $10^9$ CFU pr. g vådfoder	$10^6$ - $10^8$ CFU pr. g vådfoder
Gær	$10^6$ - $10^7$ CFU pr. g vådfoder	$10^4$ - $10^6$ CFU pr. g vådfoder
Enterobakterier	Under $10^3$ - $10^4$ CFU pr. g vådfoder	$10^4$ - $10^5$ CFU pr. g vådfoder
Skimmel	Under $10^3$ CFU pr. g vådfoder	$10^3$ - $10^4$ CFU pr. g vådfoder
<i>Clostridium perfringens</i>	Under $10^2$ CFU pr. g vådfoder	Under $10^2$ - $10^4$ CFU pr. g vådfoder
Mælkesyre	40 - 150 mmol pr. kg vådfoder	0 - 10 mmol pr. kg vådfoder
Eddikesyre	10 - 50 mmol pr. kg vådfoder	0 - 10 mmol pr. kg vådfoder
Myresyre	0 - 40 mmol pr. kg vådfoder	0 - 10 mmol pr. kg vådfoder
Ethanol	0,1 - 4 g pr. kg vådfoder	0,0 - 0,5 g pr. kg vådfoder

CFU = colony forming units

I vådfoder skal de dominerende mikroorganismer være mælkesyrebakterier og gær. Et højt indhold af gær kan dog give problemer med CO<sub>2</sub>-produktion og højt indhold af ethanol. Mælkesyrebakterierne producerer mælkesyre i almindeligt vådfoder med restmængder i rørstrengene, og det sænker pH. Indholdet af eddikesyre skal være væsentligt lavere end indholdet af mælkesyre i almindeligt vådfoder med restmængder i rørstrengene, da et højt indhold af eddikesyre (over 90 mmol pr. kg) kan give en dårlig smag af foderet. Myresyre produceres kun i meget begrænset mængde i vådfoder, så et højt

indhold af myresyre (over 10 mmol pr. kg) viser, at der er tilsat myresyre til foderet f.eks. via valle. Der bør ikke tilsættes mere end 2 promille myresyre til fodersuppen, svarende til 43 mmol pr. kg vådfoder.

I restløst vådfoder er der normalt et lavere indhold af mælkesyrebakterier og gær, men et højere indhold af enterobakterier, skimmel og Clostridium perfringens end i almindeligt vådfoder med restmængde i rørstrengene. Der er derfor et lavere indhold af organiske syrer, især mælkesyre, i restløst vådfoder end i almindeligt vådfoder. Det lave indhold af organiske syrer kræver stor fokus på rengøring af tanke og tilførselsrør i restløse anlæg, og anvendes der vand som skubbemedie, skal det være tilsat syre f.eks. myresyre for at undgå vækst af uønskede mikroorganismer.

---

## VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

Tlf.: 33 39 40 00

Fax: 33 11 25 45

[vsp-info@lf.dk](mailto:vsp-info@lf.dk)



*en del af*

## Landbrug & Fødevarer

Ophavsretten tilhører Videncenter for Svineproduktion. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

Videncenter for Svineproduktion er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.