



Agroprotein som fodermedel till slaktkyckling

Agroprotein as a feed ingredient to broiler chickens



av

Emily Wallström

**Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Sveriges lantbruksuniversitet**

***Department of Animal Nutrition and Management
Swedish University of Agricultural Sciences***

**Examensarbete 381
30 hp A2E-nivå**

***Degree project 381
30 credit A2E-level
Uppsala 2012***



Agroprotein som fodermedel till slaktkyckling

Agroprotein as a feed ingredient to broiler chickens

av

Emily Wallström

Handledare/ Supervisor: Lotta Jönsson
Examinator/ Examiner: Ragnar Tauson

Nyckelord/ Key words: Agroprotein, proteinfoder, slaktkyckling

**Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Sveriges lantbruksuniversitet**

**Examensarbete 381
30 hp A2E-nivå
Kurskod EX0552**

***Department of Animal Nutrition and Management
Swedish University of Agricultural Sciences***

***Degree project 381
30 credit A2E-level
Course code EX0552
Uppsala 2012***

Abstract

Distillers dried grains with soluble (DDGS) is a by-product when producing ethanol. DDGS from wheat has a high crude protein content and a good amino acid profile, which makes it an interesting feed ingredient for poultry. The disadvantage of feeding DDGS from wheat to poultry is that it also contains a high fiber content that chickens don't have the ability to break down. Lantmännen Agroetanol has developed a new protein feedstuff from DDGS by extracting wheat protein from DDGS, the product name is Agroprotein SD. Unlike DDGS Agroprotein contains a smaller proportion of insoluble fiber but still has a good amino acid profile, making the product in theory better suited to poultry than DDGS. The present project aims to examine how Lantmännen Agroetanol's new product, Agroprotein serve as a feed ingredient in different inclusion levels for broiler chickens and how it affects chickens' productivity and health. The objectives are also to study the effects on growth, feed intake, feed conversion ratio, ileal digestibility, dry matter of manure (DM), litter quality, cleanliness of plumage, foot condition, sex determination and mortality.

The study included 140 day-old chicks of the hybrid ROSS 308. The chicks were randomly divided into 20 cages with seven chickens per pen in a climate-controlled house. Four different inclusion levels of Agroprotein (0, 4, 8 and 12 %) were used and each treatment was randomly divided over five cages. Each week the live weight, feed intake and feed conversion ratio was registered group wise in the different groups. During the experiment various health parameters were examined such as, sticky droppings and dry matter in manure. The animals were slaughtered on day 35 and live weight, sex, plumage cleanliness and foot injuries recorded was registered individually. The ileal digestibility was measured by picking out the intestinal contents (from Meckel's diverticulum to 4 cm proximal to the ileocecal junction). The samples were sent for analysis at the laboratory of Animal Science at Ultuna Research Center.

The study revealed no significant differences in growth rate over the complete production period between treatments. There were no significant differences in feed intake or feed conversion ratio after the first week. The results from the digestibility study were similar between treatments, suggesting that there was no difference in the chickens' ability to digest the protein regardless of the inclusion level of Agroprotein in the diets. Average digestibility of Agroprotein was 58.8 %. The study showed that the chickens had an increased tendency for foot injury at a higher inclusion of Agroprotein. The litter was dry throughout the production period, but increased inclusion of Agroprotein in the diet made the litter more compressed. The results of DM determination showed significant differences between the treatments on day 10, the chickens that consumed feed with Agroprotein had generally a higher DM compared to the control chickens. The DM determination on day 33 was confirmed. However, with an increased inclusion of Agroprotein in the diet there is a risk of increase foot injuries and compressed litter. That might be due to a lower DM of manure that this study showed on day 10. Another possible explanation is the low digestibility of Agroprotein. During the production process of Agroprotein the drying can cause Maillard reactions. The proteins denatures from it's natural state when they are heated that makes them hard for chickens to digest and absorb in the intestine. The conclusion of this study is that Agroprotein can safely be incorporated in chicken diets up to 4 % without affecting production or health parameters. Further studies are needed to confirm the results from the current study.

Sammanfattning

Drank är en biprodukt vid tillverkning av etanol och ett intressant fodermedel att använda till fjäderfä då det har ett högt innehåll av råprotein och en bra aminosyraprofil. Nackdelen med att utfodra vetedrank till fjäderfä är att det även har ett högt fiberinnehåll, vilket är en nackdel då kycklingar har svårt att bryta ner fibrer. Lantmännen Agroetanol har tagit fram ett nytt proteinfodermedel från vetedrank där man har utvunnit veteproteinet från drank, produktnamnet är Agroprotein SD. Agroproteinet innehåller till skillnad från dranken mindre andel olösliga fibrer men har fortfarande en bra aminosyraprofil, vilket gör att produkten i teorin lämpar sig bättre till fjäderfä än drank. Projektet syftar till att undersöka hur Lantmännen Agroetanol's nya produkt, Agroprotein fungerar som fodermedel i olika inblandningsgrad till slaktkyckling och speciellt kycklingarnas produktivitet och hälsa. Således uppmäts effekter på tillväxt, foderintag, foderomvandlingsförmåga, ileala smältbarheten, torrsubstansen på träcken, ströbäddskvalité, renlighetsgrad av fjäderdräkten, fotskador, könsbestämning samt dödlighet.

I studien ingick 140 ej könssorterade kycklingar av hybriden ROSS 308. De fördelades slumpmässigt över 20 burar med 7 kycklingar i varje bur i ett klimatkontrollerat kycklingstall. Fyra olika försöksfoder ingick i studien med olika inblandning av Agroprotein (0, 4, 8 och 12 %). Varje behandling fördelades över 5 grupper. Varje vecka noterades vikt, foderkonsumtion och foderomvandlingsförmågan gemensamt i grupperna. Under försöket undersöktes olika hälsoparametrar som sticky droppings och TS på träcken. I studien ingick även en smältbarhetsstudie för att undersöka hur väl kycklingarna kunde utnyttja proteinet i Agroproteinet. Djuren slaktades dag 35 och då noterades kycklingarnas individuella vikt, kön, fjäderdräktens renlighet och fotskador. Den ileala smältbarheten mättes genom att plocka ut tarminnehållet från Meckel's divertikulum till 4 cm proximalt till den ileocecala förbindelsen.

Den här studien visade inte på några signifikanta skillnader i tillväxt över hela produktionsperioden mellan behandlingarna. Det fanns inga signifikanta skillnader i foderintag och foderomvandlings förmåga efter den första levnadsveckan. Smältbarheten på Agroprotein var 58,8 %. Studien visade att kycklingarna hade en ökad tendens till fotskador vid en ökad inblandning av Agroprotein. Ströbädden var torr över hela produktionsperioden, däremot ökade ströbäddens kakighet med ökad inblandning av Agroprotein. TS bestämningen på träcken dag 10 visade på signifikanta skillnader där Agroprotein behandlingarna hade en generellt högre TS på träcken jämfört med kontrollen däremot hade fodret med 4 % Agroprotein lägst TS. Inga skillnader kunde fastställas vid TS bestämningen dag 33. Ströbäddens ökade kakighet med ökad inblandning av Agroprotein indikerar att träcken har varit blötare än vad som har påvisats i den här studien. En annan tänkbar förklaring är den låga smältbarheten på Agroproteinet. Vid torkningsprocessen av Agroprotein kan Maillard reaktioner ha förekommit då proteinerna denaturerar eller förändras från sitt naturliga tillstånd när de utsätts för värme. Vilket resulterar i att de inte kan brytas ner och absorberas av kycklingarna i tarmen. Studien visade att 4 % Agroprotein kan blandas in i foder till slaktkyckling utan att ge några negativa effekter på produktions- eller hälsoparametrar. Vidare studier behövs för att stärka resultaten från den aktuella studien.

Innehållsförteckning

ABSTRACT	3
SAMMANFATTNING	6
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	7
INTRODUKTION	8
TABELL 1. PRODUKTION OCH ANVÄNDNING AV OLIKA DRIVMEDEL ÅR 2009, UTTRYCKT I MILJONER LITER..	9
TABELL 2. AVSER LEVERANSER AV ETANOL FÖR FORDONSDRIFT TILL DEN SVENSKA MARKNADEN, M ³	9
SYFTE	10
DJURETIK	10
LITTERATUR GENOMGÅNG	10
KYCKLINGARS NÄRINGSBEHOV	10
AMINOSYRABEHOV	10
KOLHYDRATER OCH FIBRER.....	11
NÄRINGSINNEHÅLL I DRANK	12
VETEDRANK	12
PROCESSBESKRIVNING AV AGROPROTEIN	13
FIGUR 1: SCHEMATISK BILD ÖVER FRAMSTÄLLNINGEN. (AGROETANOL, NORRKÖPING).....	15
FIGUR 2. SCHEMATISK BILD ÖVER FRAMSTÄLLNINGEN AV AGROPROTEIN. (AGROETANOL, NORRKÖPING)..	16
PROBLEMMRÅDEN	16
STICKY DROPPINGS.....	16
FOTSKADOR	16
MATERIAL OCH METODER	17
DJURMATERIAL, FÖRSÖKSUPPLÄGG OCH UTRUSTNING	17
FODER.....	17
TABELL 3. FODERRECEPT FRÅN LANTMÄNNEN	18
TABELL 4. JÄMFÖRELSE MELLAN RÅPROTEIN, VÄXTTRÅD OCH RÅFETT I VETE, AGRODRANK TM 90 OCH AGROPROTEIN SD.	19
DATAINSAMLING.....	19
PRODUKTIONS PARAMETRAR	19
HÄLSOPARAMETRAR	19
RESULTAT	21
PRODUKTIONS PARAMETRAR	21
FIGUR 3. TABELL ÖVER KYCKLINGARNAS LEVANDE VIKT JÄMFÖRT MELLAN DE OLIKA INBLANDNINGSNIVÅERNA AV AGROPROTEIN (4, 8 OCH 12 %) SAMT KONTROLLFODER.....	21
FIGUR 4. MEDELVÄRDEN ÖVER FODERINTAG I GRAM PER KYCKLING FÖR DE OLIKA INBLANDNINGSNIVÅERNA AV AGROPROTEIN (4, 8 OCH 12 %) SAMT KONTROLLFODER.....	22
TABELL 5. SMÄLTBARHET PÅ TOTALA MÄNGDEN N I VETE, KONTROLLFODRET OCH FÖRSÖKSFODREN MED AGROPROTEIN (4, 8, 12 %)......	22
HÄLSOPARAMETRAR	23
TABELL 7. RESULTAT FÖR VIKT, FODERINTAG, FCR, STICKY DROPPINGS, TS PÅ TRÄCKEN OCH	23
FOTSKADOR OCH DERAS P-VÄRDEN.....	23
DISKUSSION	24
SLUTSATSER	26

TACK TILL	27
REFERENSER	27

Introduktion

Diskussionen kring animalieproduktionens miljöpåverkan är aktuell. Den totala animalieproduktionen står för nästan en femtedel av världens totala utsläpp av växthusgaser. Idislande djur som nöt och får står för det största utsläppet på grund av sin fodersmältning, vilket innebär ca 15-40 kg växthusgaser/kg kött. Gris- och fjäderfä produktionen står för en lägre andel och släpper ut ca 5 kg växthusgaser/kg kött respektive ca 2 kg växthusgaser/kg kött (Livsmedelsverket, 2012). I dagsläget är en avsevärd andel av råvarorna i fodren till slaktkycklingar importerade vilket kan kritiseras ur hållbarhetsperspektiv. Allt fler konsumenter efterfrågar djur som är producerade på foder utan soja. Soja är idag det vanligaste proteinfodermedlet i Sverige och en viktig råvara i foderrecept till enkelmagade djur som kyckling (Davis *et al.*, 2006). År 2010 importerades ca 99 000 ton soja till fjäderfäproduktionen (Dahlström *et al.*, 2011). Soja är fördelaktig som proteinfodermedel till fjäderfä då den har en bra aminosyraprofil samt att fjäderfä lätt kan smälta och ta upp sojans proteiner (Larbier & Leclercq., 1994). Användningen av soja har dock nackdelar då avverkningar av regnskog för att odla soja bland annat frigör kol och ökar frisläppningen av koldioxid till atmosfären. Produktionen kräver även omfattande användning av konstgödsel som kräver mycket energi att framställa. De största producenterna av soja i världen är USA, Brasilien och Argentina vilket också innebär att stora volymer foder fraktas långa sträckor vilket kräver stora mängder fossila bränslen (Heimer, 2010). Genom att ersätta soja med andra inhemska proteinfodermedel kan man göra slaktkycklingproduktionen mer klimatsmart.

Lantmännen Agroetanol är Sveriges enda storskaliga producent av drivmedelsetanol som är spannmålsbaserad och här är drank en biprodukt vid tillverkningen. Produktionen av etanol som biodrivmedel används främst inom samma land som produktionen sker men en viss del exporteras till andra länder. De största producenterna av etanol är USA och Brasilien och de står för ca 90 % av produktionen och användningen av etanol. Europa står endast för en liten del av produktionen men är stora nettoimportörer, se tabell 1. Under 2010 var en fjärdedel av den etanol som användes i Sverige inhemskt producerat, resten importerades från andra EU länder. I tabell 1 ser man att Sverige inte är självförsörjande på etanol och biodiesel. 2009 producerade Sverige 174 miljoner liter etanol och importerade 215 miljoner liter etanol (Statens energimyndighet, 2011). Tabell 2 visar användningen av etanol för fordonsdrift mellan åren 2009 och första halvåret 2011 i Sverige. Sveriges produktion av etanol används främst för inblandning i 95 eller 98 oktanic bensen. Etanol kan produceras från olika sorters spannmål, USA och Kina producerar etanol från majs, Brasilien från sockerrör och Europa producerar sin etanol från vete, korn, råg och majs. I Sverige härstammar etanolen främst från vete men även rågvete och korn används i produktionen. Vilken typ av spannmål som används beror både på den klimatmässiga möjligheten till odling samt på vilka grödor som odlats traditionellt i olika regioner (Statens energimyndighet, 2011).

Tabell 1. Produktion och användning av olika drivmedel år 2009, uttryckt i miljoner liter.

Produktion	Sverige	EU	USA	Brasilien	Världen
Etanol	174	3702	40 128	24 902	77 024
Biodiesel	116	10 245	2014	1608	17 884
Bensin	6055	202 950	509 818	22 860*	1 235 553*
Diesel	9098	339 723	234 904	39 088*	1 414 879*
Användning	Sverige	EU	USA	Brasilien	Världen
Etanol	389	4480	41 775	24 096	74 341
Biodiesel	205	12 221	1283	1567	17 560
Bensin	4733	151 027	522 060	19 218*	1 256 097*
Diesel	4675	371 133	210 708	43 871*	1 410 698*

EurObserver Biofuels barometer 2010, EBB7, ePURE8, EIA International Energy Statistics9, World Biofuels: FAPRI10 2010 Agricultural Outlook, FO Licht World Ethanol and Biofuels Report 2011, US Department of Energy, Energimyndigheten: Transportsektorns energianvändning 2010 *Uppgiften gäller år 2007

(Statens energimyndighet, 2011)

Tabell 2. Avser leveranser av etanol för fordonsdrift till den svenska marknaden, m³

	Totalt 2009	Totalt 2010	Första halvåret 2011
Bensin blandad med etanol (5 % inblandning)	4 608 521	4 352 049	1 981 110
Därav etanol - volym	229 104	216 332	98 081
Ren etanol (100 %) (inkl. E85 & ED95)	159 904	183 982	102 817
Total etanol - volym	389 008	400 314	200 898

(Statistiska centralbyrån, 2011)

Drank används fördelaktigt i foder till idisslare på grund av att det innehåller en hög andel fibrer. Drank har även ett högt råprotein innehåll ca 30 – 35 % (Elwinger, 2007) och en bra aminosyraprofil vilket gör att det är ett intressant fodermedel att utfodra fjäderfä med (Kluth & Rodehutsord., 2010). Historiskt sett har drank blandats in i upp till 5 % i fjäderfäfoder på grund av begränsningar i tillgång och prissättning (Waldroup *et al.*, 1981), fiberinnehåll (Noll *et al.*, 2001), samt på grund av variationer i näringsinnehåll och smältbarhet (Noll *et al.*, 2001). Tillverkningsprocessen är ytterligare en faktor som kan göra att drankens slutliga näringsinnehåll kan variera (Bandegan *et al.*, 2009). Fjäderfä saknar förmågan att bryta ner olösliga fibrer från växtcellen men kan bryta ner lösliga fibrer till viss del (Farell, 1999). Närvaron av olösliga fibrer i fodret försämrar smältbarheten av energin samt påverkar andra näringsämnenas fysikokemiska egenskaper som leder till en högre tarmpassage vilket begränsar nedbrytningen och absorptionen av näringsämnen i mag-tarm kanalen (Burkitt *et al.*, 1972). Det höga fiberinnehållet i dranken kan göra att fodermedlet inte används i så stor utsträckning idag i fjäderfäfoder (Rose, 2005). Trots att drank kan ha negativa sidor har

studier visat att en inblandning av 15 % vetedrank i foder till slaktkyckling inte ger några negativa effekter på produktionen (Thacker & Widyaratne, 2007).

Lantmännen Agroetanol har tagit fram ett nytt proteinfodermedel från drank där man har utvunnit veteproteinet från dranken, produktnamnet är Agroprotein SD. Agroproteinet innehåller till skillnad från dranken mindre andel olösliga fibrer men innehåller fortfarande en del lösliga fibrer som är svåra att få bort vid tillverkningen. Agroproteinet har även en bra aminosyraprofil vilket gör att produkten i teorin lämpar sig bättre till fjäderfä än dranken.

Syfte

Projektet syftar till att undersöka hur Lantmännen Agroetanols nya produkt, Agroprotein (en biprodukt från etanoltillverkningen) fungerar som fodermedel i olika inblandningsgrad till slaktkyckling. Agroprotein är intressant som fodermedel till fjäderfä då det har en bra aminosyraprofil och innehåller en mindre andel olösliga fibrer. Det aktuella projektet fokuserar på huruvida valda fodersammansättning till slaktkycklingar påverkar kycklingarnas produktivitet och hälsa. Projektet syftar till att studera effekter på tillväxt, foderintag, foderomvandlingsförmåga, smältbarhet, torrs substans på träck, ströbäddskvalité, renlighetsgrad av fjäderdräkten, fotskador, könsbestämning samt dödlighet.

Djuretik

Det här försöket har godkänts av den djuretiska kommittén i Uppsala och utförts enligt Svenska djurskyddsbestämmelser.

Litteratur genomgång

Kycklingars näringsbehov

Slaktkycklingar har genom tiderna selekterats för snabb tillväxt och för att kunna omvandla fodret effektivt (NRC2,1994). Deras näringsbehov kan delas in i behov för underhåll och tillväxt. Näringsbehovet täcks av kolhydrater, fett, protein, mineraler och vitaminer. Generellt kan man säga att proteinerna används till muskeltillväxt, kolhydrater och fett för energi och mineraler och vitaminer för hälsa. Underhållsbehovet motsvarar vad kycklingarna behöver för muskelarbete, matspjälkning och för att ersätta förbrukade celler. Utöver det behöver kycklingarna extra näring för sin tillväxt (Larbier & Leclercq., 1994).

Aminosyrabehov

Då kycklingarna har en snabb tillväxthastighet har de ett relativt högt behov av smältbara aminosyror (NRC2, 1994). Proteinet i fodret utgörs av både essentiella och icke essentiella aminosyror (NRC1, 1994), varav de mest begränsande aminosyrorna för slaktkycklingen är metionin och lysin (Larbier & Leclercq., 1994).

De essentiella aminosyrorerna kan inte kycklingarna producera själva och måste därför tillsättas genom fodret, de icke essentiella aminosyrorerna kan kycklingarna omvandla själva från de essentiella aminosyrorerna om fodret inte innehåller tillräcklig mängd. Metionin är en essentiell aminosyra för kyckling. Kycklingarnas fjäderdräkt har ett stort behov av metionin och cystein som är de aminosyror som innehåller svavel. Metionin kan omvandlas till cystein men inte tvärt om, vid nedbrytning av dessa aminosyror bildas sulfat och metylgrupper. Sulfat används i metabolismen och är en av beståndsdelarna i bindväv. Metylgruppen används bland annat vid syntes av kolin som finns i stora mängder i membran. Metionin och cystin har centrala roller i kycklingarnas metabolism och tillväxt och brist kan leda till allvarliga metabolismrubbningar (NRC1, 1994).

Kolhydrater och fibrer

De råvaror som används i kycklingfoder härstammar främst från vegetabilier. Växtmaterial är en rik källa på kolhydrater (socker, stärkelse och fibrer (Non Starch Polysaccharides NSP)) (Smits & Annison, 1996). Lösliga kolhydrater är en viktig källa för energi för fjäderfä. Spannmål såsom vete och korn står för huvuddelen av kolhydraterna i kycklingfoder. Majoriteten av kolhydraterna från spannmål förekommer som stärkelse som är relativt lättsmält för fjäderfä (NRC1, 1994).

Fibrer kan förekomma i många olika strukturer och det gör att de har olika fysiska egenskaper. Växtcellens väggar har en väldigt ordnad struktur som bland annat består av polysackarider, glykoproteiner och glykolipider (Smits & Annison, 1996). Fjäderfä saknar förmågan att bryta ner olösliga fibrer från växtcellen men kan bryta ner lösliga fibrer till viss del (Farell, 1999). Fibrer klassificeras utefter hur de har analyserats till exempel i termerna Crude Fiber (CF), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), Dietary fibre, cellulosa, lignin och Non Starch Polysaccharides (NSP). Ett foderprov som analyseras efter fibrer kommer att ge olika resultat på ovan nämnda parametrar beroende på vilken analys som har använts. Detta beror på att de olika analysmetoderna för fiberfraktionerna fångar upp olika delar av fiberinnehållet i foderprovet. De senaste åren har man övergått till att använda enzymer i analysmetoderna till skillnad från olika starka kemikalier som traditionellt använts. Analysmetoden med enzymer ger en mer detaljerad bild av fiberinnehållet till skillnad från traditionell analys av CF. Analysmetoden ger information om polysackaridinnehållet (fibrernas grundstenar) i råvaran som inte återfinns i stärkelse (pers. med. Kalmendal, 2012).

NSP delas vidare in i olösliga NSP exempelvis cellulosa och lignin och delvis lösliga NSP exempelvis arabinoxylaner, betaglykaner och pektiner (Smits & Annison, 1996). Det har pågått diskussioner angående vad olösliga NSP har för roll i kycklingens mag-tarm system (Leeson & Summers, 2001). Generellt för NSP är att de inte kan brytas ner av digestions enzymer men mikroorganismerna i tarmen kan till viss del bryta ner NSP till socker, korta fettsyror och gaser (Jørgensen *et al.*, 1996).

Olösliga NSP stannar längre i muskelmagen jämfört med lösliga NSP som snabbt blandas upp med digestionsvätskorna och passerar vidare ut i tunntarmen. Olösliga NSP har därför en stimulerande effekt på muskelmagens aktivitet och storlek. När de släpps vidare ut i tunntarmen har mikrofloran svårare att bryta ner dem och de stimulerar peristaltiken så att digestan förs snabbare genom tarmen. (pers. med. Kalmendal, 2012). Olösliga NSP kan ha en positiv effekt på tarmen trots detta då fibrernas struktur och den snabba passagen genom tarmen gör att bakterier i tarmen har mindre tid att binda till tarminnehållet (Smits & Annison,

1996). Det gör att bakterierna har en minskad möjlighet att konkurrera med kycklingen om näringsämnen längre fram i tarmen (pers. med. Kalmendal, 2012).

Lösliga NSP passerar snabbare ut i tunntarmen där de bryts ner till viss del av mikrofloran. Lösliga NSP binder mer vatten än olösliga NSP i tarmen vilket gör att digestan blir viskös och därigenom inhiberar kycklingens nedbrytnings enzymer (exempelvis amylas, pepsin och lipas) att komma åt näringsämnena för nedbrytning och absorption genom tarmen. Den viskösa digestan stannar längre i tarmen vilket gör att bakterierna har god tid på sig att föröka sig på de osmälta näringsämnena. Kycklingarna kompenserar viskositeten genom att dricka mer vatten vilket resulterar i en blötare avföring (Smits & Annison, 1996). Den vattenhållande förmågan hos lösliga fibrer kan därför också ge problem med ”sticky droppings” kring kloaken (Hetland *et al.*, 2004), se nedan.

Näringsinnehåll i drank

Drank kan tillgodose en stor del av den energi, aminosyror och fosfor som behöver finnas i fjäderfäfoder (Bandegan *et al.*, 2009). Näringsinnehåll i drank påverkas av vilket spannmålslag som används vid framställningen, kvaliteten på spannmålen, grad av mältning vid destilleringsprocessen, vilken typ av fermenterings – och vilken typ av torkningsprocess som används vid produktionen. Drank innehåller relativt mycket fett, protein, fibrer och aska oberoende av vilken typ av spannmål som används vid tillverkningen. Innehållet av stärkelse i drank är lågt jämfört med den ursprungliga spannmålen och aminosyraprofilen speglas av spannmålets sammansättning av aminosyror (Akayezu *et al.*, 1998). I en studie på majsdrank av Klopfenstein (1996) jämfördes blöta biprodukter från destilleringen med torkad drank för att utvärdera drank som energi och proteinkälla till mjölkkor. Studien visade att näringsvärdet i de blöta biprodukterna var högre än i den torkade dranken. De blöta produkterna innehöll 54 % mer energi än korn och torkad drank innehöll 30 % mer energi än korn. Även Birkelo *et al.* (2004) visade i sina försök att blöt majsdrank innehöll mellan 7 till 11 % högre energiinnehåll än torkad majsdrank.

När drank torkas kommer fiber- och proteinsammansättningen att förändras. Torkning med värme kan göra att tillgängligheten av aminosyrorna i dranken minskar, genom att de blir olösliga (Andersson *et al.*, 2006). Alla proteiner kan denaturera eller förändras från deras naturliga tillstånd om de utsätts för hög värme exempelvis under torkning. Proteinernas känslighet för värme ökar vid närvaro av varierande kolhydrater på grund av risken för förekomst av olika Maillard reaktioner. Vid Maillard reaktionen kan kolhydraternas karbonylgrupp kondenseras samman med en fri aminosyra grupp på proteinet och på sätt bilda olösliga komplex (McDonald *et al.*, 2002). Lysin är den aminosyra som är känsligast för värme följt av cystein (Parsons, 1996).

Vetedrank

Försök med vetedrank till fjäderfä är sparsamma, men de som gjorts tyder på att den kan jämföras med drank från majs. Näringsinnehållet kan dock variera beroende på utgångsmaterial och processen (Parsons *et al.*, 2006). Lee *et al.*, (1991) studerade näringssammansättning i drank från majs, vete och en blandning av majs och vete. Resultaten av studien visade att majsdrank innehöll en lägre andel protein och fibrer men en högre andel

fett jämfört med vetedrank. Studier som har utförts på gris har konfirmerat att det nutritionella värdet på vetebaserad drank jämfört med vete följer samma förhållande som majs jämfört med majsbaserad drank (Nyachoti *et al.*, 2005; Lan *et al.*, 2008). Dessa studier har visat att smältbarheten från vissa aminosyror framför allt lysin är låg efter torkning i vetebaserad drank, en faktor som kommer att begränsa drankens nutritionella värde för enkelmagade djur.

I en studie av Thacker & Widyaratne (2007) undersöktes fyra inblandningsnivåer av vetedrank (0, 5, 10, 15 eller 20 %) i fodret till slaktkycklingar. Smältbarheten av energi och fosfor minskade linjärt med en ökad inblandning av vetedrank men man fann inga signifikanta skillnader i viktökning, foderintag eller foderomvandlingsförmåga. Thacker & Widyaratne (2007) föreslog att resultaten av smältbarhetsstudien var en effekt av att vetedrank innehåller en högre andel neutral detergent fiber (NDF) som kycklingar inte smälter så bra jämfört med sojamjöl. De kom fram till att den rekommenderande inblandningsnivån på 15 % majsdrank till broilerkycklingar (Shurson *et al.*, 2005) även kan appliceras på vetedrank. Resultaten visade att vetedrank framgångsrikt kan blandas in i foderblandningar till slaktkyckling utan att ge några negativa effekter på produktionsutvecklingen. De begränsade faktorerna visade sig vara lågt energi- och lysininnehåll. Både lågt innehåll av energi och lysin kan kompletteras med andra foderingredienser vid optimeringen av foderrecepten (Thacker & Widyaratne, 2007).

Resultaten av flera studier på vetebaserad drank visar att den omsättbara energin och råproteinet var lägre i vetedrank än i sojamjöl. Reduceringen i energin kopplades till en högre halt av NDF i vetedrank jämfört med sojamjöl. Aminosyrorna lysin och treonin fanns i mindre mängd i drank. Däremot var andelen svavelhaltiga aminosyror högre i dranken jämfört med soja (Thacker & Widyaratne, 2007). I en studie av Bandegan *et al.* (2009) indikerade resultaten på att det var lysin som var den aminosyra som hade sämst smältbarhet i vetedrank. Detta tycks vara fallet oavsett vilken typ av analysmetod som använts samt vilken ålder kycklingarna har (Batal & Dale, 2006; Fastinger *et al.*, 2006; Feine *et al.*, 2006 & Parson *et al.*, 2006). Bandegan *et al.*, 2009 fann att koncentrationen av aminosyror i vetedrank var två till tre gånger högre än i vete vilket stämmer överens med andra studier (NRC,1994; Nyachoti *et al.*, 2005; Thacker & Widyaratne, 2007; Lan *et al.*, 2008). Även aminosyraprofilen på prover av vete och vetedrank var liknande med tidigare studier (Thacker & Widyaratne, 2007; Lan *et al.*, 2008).

Youssef *et al.*, (2008) genomförde en studie med vetedrank där man fann att slaktkycklingar som utfodrades med 15 % vetedrank hade ett högre foderintag jämfört med kontrolldjuren som utfodrades med ett foder med 0 % inblandning av vetedrank. Studien visade annars inte på några skillnader i viktökning mellan kycklingar som utfodrades med 0, 5, 10 eller 15 % drank. Däremot gav en inblandning av 15 % vetedrank en försämrad foderomvandlingsförmåga jämför med de andra grupperna.

Processbeskrivning av Agroprotein

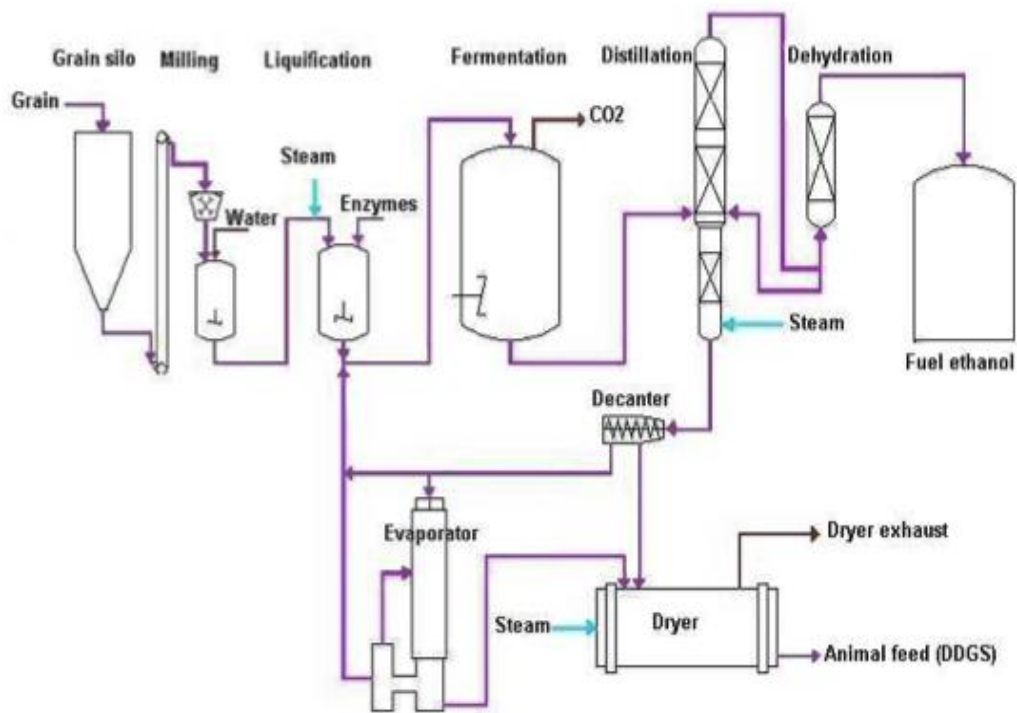
Lantmännen är Sveriges största företag inom jordbruks- och livsmedelsektorn och finns beläget i 18 länder. En av lantmännens strategier är att arbeta långsiktigt utifrån kedjan från jord till bord. Lantmännen Agroetanol som ingår i Lantmännenkoncernen producerar årligen cirka 210 000 kubikmeter etanol och 175 000 ton drank. Etanolen som Lantmännen producerar används i huvudsak till låginblandning i bensin så kallad E5. Den årliga

förbrukningen av spannmål uppgår till ca 550 000 ton. Spannmålslagen som används hos Agroetanol varierar något men huvuddelen är vete och rågvete som motsvarar ca 80-90 %, resten utgörs av varierande inblandning av korn. För att förbättra spannmålsutbytet till etanol vill man använda ett spannmålsslag som innehåller mycket stärkelse (pers. med. Nordholm, 2011).

Spannmålen levereras till fabriken och fördelas över 7 silos. Ifrån siloförvaringen blandas de tre grödorna för att därefter siktas så att stenar och föroreningar tas bort. Kvarnar maler sedan spannmålen till ett grovt fullkornsmjöl. Mjölet blandas med vatten samt jästnäring för att jästen ska trivas bättre och en del enzymer i en mixtank. För att enzymerna ska fungera så justerar man pH, genom att tillsätta svavelsyra till mixertanken. Till blandningen tillsätts även kväve för att kompensera för bristen på tillgängligt kväve. Efter en timme i tanken pumpas blandningen till likvifieringen där man tillsätter mer enzymer. Därefter sker en stegvis uppvärmning i tre steg och under ca fyra timmars uppehållstid inleds omvandlingen av stärkelse till fermenterbart socker. Efter ca fyra timmar kyls mäsken av innan fermenteringsprocessen börjar. Blandningen transporteras då till nya tankar där själva fermenteringen sker. Den värme som bildas kyls bort i kyltornen med hjälp av vatten. Mäsken passerar fem jästankar innan fermenteringen är klar. Mäsken har en etanolhalt på ca 10 % när fermenteringsprocessen är klar vilket tar ca 48 -55 timmar. I nästa steg pumpas mäsken in i destilleriet där man värmer upp mäsken kraftigt i två kolonner för att separera etanolen från mäsken för att höja etanolhalten till 50 %. Separering i destilleringsprocessen genomförs genom att etanolen får koka bort före mäska och vatten. Därefter renas och filtreras etanolen till en etanolhalt om 99,7% (pers. med. Nordholm, 2011).

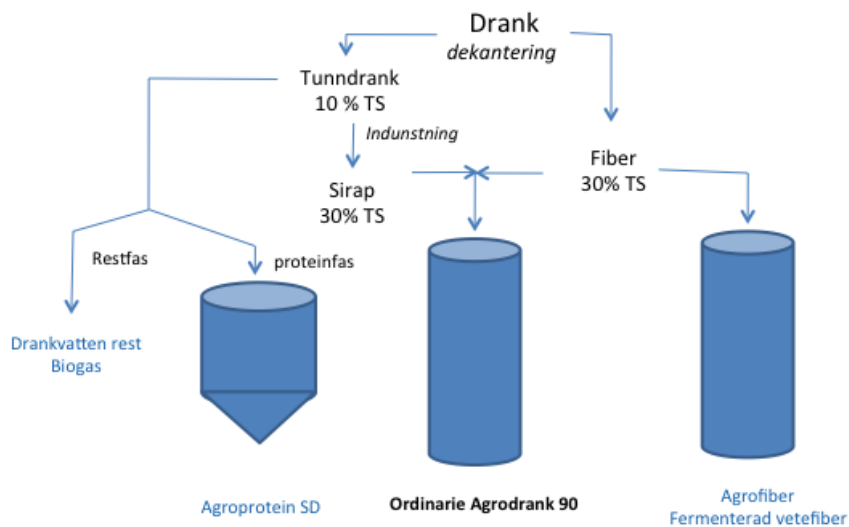
Det som finns kvar efter destillering då etanolen har avskilts från mäsken kallas för drank och används som foder. För att få en lagringsstabil produkt måste dranken torkas till en torrs substans på 90 %. Dranken separeras genom att dekantrar centrifugerar dranken till tunndrank och våtkaka. Tunndrankens pumpas till indunstningen för att vattnet ska avlägsnas, produkten kallas efter det för sirap och har en torrs substans på ca 30 %. Vattnet som avlägsnas här återanvänds i början av processen då spannmålen blandas med vatten. Våtkakan blandas ihop med sirapen och skickas till torkarna. Blandningen torkar tills den får en torrs substans på ca 90 % och därefter pelleteras fodret. De gaser som lämnar torkarna samlas upp och förbränns för att motverka utsläpp av kolväten vilket ska minska luktbelastningen runt anläggningen. Se figur 2 för en schematisk bild över processtegen för att framställa drank (pers. med. Nordholm, 2011).

Figur 1: Schematisk bild över framställningen. (Agroetanol, Norrköping).



När man framställer Agroproteinet separeras en fraktion som är rik på veteprotein ut från tunndranken. Fraktionen genomgår därefter olika processer för att kunna separera ut en restfas och en proteinfas som till största delen består av proteiner som utvunnits från vete. Proteinfasen kan därefter torkas till en torr pulverprodukt som kallas Agroprotein SD, se figur 2.

Figur 2. Schematisk bild över framställningen av Agroprotein. (Agroetanol, Norrköping).



Agroproteinet är framtaget ur drank för att ta till vara på drankens råprotein och aminosyra profil vilken är intressant för kyckling. Drank har normalt uppenbara nackdelar som proteinfoder då det innehåller hög andel fibrer. Agroproteinet höga råproteininnehåll och låga fiberinnehåll gör dock att det lämpar sig betydligt bättre som proteinfodermedel till kyckling än drank.

Problemområden

Sticky droppings

Detta fenomen associeras med sekundära hälsoproblem och utgör en hälsorisk för fjäderfä genom en potentiell ökning av koccidios. Denna foderstörning drabbar främst yngre fåglar (< 3 veckor). Spannmål innehåller varierande nivåer av NSP som fjäderfä har svårt att bryta ner. NSP binder vatten i tarmkanalen vilket i sin tur öka viskositeten av maginnehållet. Resultatet blir "gelatinliknande" träck som fastnar kring fåglarnas kloak - "sticky droppings" – som också kan också bidra till en ökad fuktighetsgrad och därmed försämrade ströbädd (Miles & Johnson, 2009). Den höga viskositeten i maginnehållet anses även minska absorptionen av bland annat, kolhydrater, proteiner, mineraler och vitaminer (Hetland *et al.*, 2004).

Fotskador

Fotskador på slaktkycklingar är en typ av inflammation på trampdynan som kan leda till sår. Fotsåren gör att bakterier kan vandra in och försämra slaktkroppens egenskaper. I allvarliga fall kan även såren orsaka smärta för fåglarna och det i kombination med en försämrade hälsostatus kan utvecklas till ett djurvälståndspå problem. Vid tidiga tendenser till fotskador kan man endast urskilja en lätt färgförändring på huden. När dessa utvecklas ytterligare kan man börja urskilja sår med inflammatoriska reaktioner på den subkutana huden under foten

(Ekstrand *et al.*, 1997). Såren brukar ibland kallas ”ammoniak-sveda” då inflammationerna uppkommer genom en kombination av blöt ströbädd med hög ammoniak halt och andra kemiska faktorer från ströbädden (Green *et al.*, 1985). Såren kan förebyggas och läka om ströbäddens kvalitet förbättras (Martland, 1985).

Material och metoder

Djurmaterial, försöksupplägg och utrustning

I studien ingick 140 ej könssorterade kycklingar av hybriden ROSS 308. Kycklingarna anlände till försöksstallet som dagsgamla kycklingar från ett kommersiellt kläckeri. De fördelades slumpmässigt över totalt 20 burar med 7 kycklingar i varje bur (1,25 x 0,75) i ett klimatkontrollerat kycklingstall på Sveriges Lantbruksuniversitets Forskningscenter Funbo-Lövsta i Uppsala, se tabell 4 och 5. Burarnas botten var täckt av kutterspån och utrustade med vattenniappar och fodertråg. Kycklingarna utfodrades under försöket *ad libitum*. Femton burar gavs försöksfoder som innehöll tre olika nivåer av Agroprotein (4, 8 och 12 %) Ytterligare 5 burar á 7 kycklingar, totalt 35 kycklingar gavs ett kontrollfoder utan någon inblandning av Agroprotein. Foderbehandlingarna slumpades ut över burarnas placering i försöksstallet. Under den första levnadsveckan krossades fodret (från dag 0 till dag 10) därefter utfodrades kycklingarna med hel pellets (3 mm). Ytterligare 4 burar ingick i studien med ca 3-5 kycklingar som fungerade som reservdjur. Dessa kycklingar utfodrades med antingen kontrollfoder eller fodret med 4, 8 eller 12 % Agroprotein. Döda kycklingar från försöksburarna byttes ut under de första 7 dagarna med kycklingar som fått samma foderblandning.

Foder

Agroproteinet som användes i den här studien har tagits fram av Lantmännen Agroetanol i Norrköping. I försöket ersattes olika inblandningsnivåer av Agroprotein med samma mängd soja i fodren. De olika foderrecepten optimerades för att likna varandra så mycket som möjligt, se tabell 3.

En aminosyraanalys på de olika recepten genomfördes av Evonik Degussa International AG, Danmark enligt Fontaine, 2003. De beräknade och analyserade värdena återfinns i tabell 3. I tabell 4 visas en jämförelse i näringsinnehåll mellan AgrodrinkTM90, Agroprotein och vete.

Försöksfodren skickades iväg för en ny råvaruanalys på Kungsängens Forskningscenter där TS, råprotein, växttråd, aska och fett kontrollerades så att det stämde överens med den analys som Lantmännen genomfört se tabell 3.

Tabell 3. Foderrecept från Lantmännen

	Kontroll	Agroprotein 4 %	Agroprotein 8 %	Agroprotein 12 %
Foderråvara	Mängd	Mängd	Mängd	Mängd
Vete SLU	63,476	64,664	65,42	65,779
Soja 46 % rp SLU	28,025	23,664	19,279	15,045
Agroprotein	-	4	8	12
Sojaolja, rå bk	3,229	2,586	1,927	1,594
Kalk 0,0-0,5 mm BK	1,774	1,951	1,928	1,974
MCP Yara	1,668	1,464	1,553	1,498
Titandioxid SLU	0,5	0,5	0,5	0,5
Lysin BB	0,289	0,373	0,457	0,538
Natriumbikarbonat BB	0,233	0,275	0,201	0,356
Stensalt bulk	0,23	0,204	0,178	0,153
PRX Matfågel 0,2 % VSK UN3077	0,2	0,2	0,2	0,2
SS				
Metionin BB	0,174	0,162	0,155	0,149
PRX Rovabio RV BB 1000 KG	0,1	0,1	0,1	0,1
PRX E-VIT 20 1000 KG	0,1	0,1	0,1	0,1
Treonin BB	-	-	0,002	0,015
Näringsvärde	Mängd	Mängd	Mängd	Mängd
Råprotein %	21	21	21	21
Råprotein % ¹	24,15 ¹	23,85 ¹	23,75 ¹	23,70 ¹
Råfett %	5,298	4,993	4,673	4,666
Råfett % ¹	5,5 ¹	5,2 ¹	4,9 ¹	5,1 ¹
Vattenhalt %	11,797	11,541	11,293	10,981
Växttråd %	3,281	3,153	3,024	2,888
Växttråd % ¹	3,8 ¹	3,3 ¹	3,3 ¹	2,9 ¹
Stärkelse %	38,176	38,711	39,277	39,462
Socket %	4,236	3,869	3,501	3,13
Torrsubstans %	88,203	88,459	88,707	89,019
Kalcium g	10	10,2	10,2	10,2
Fosfor g	7,303	6,931	7,226	7,183
Kalium g	8,247	7,412	6,576	5,744
Natrium g	1,7	1,7	1,7	1,7
Klorid g	2,3	2,3	2,3	2,3
Lysin g	12,6	12,6	12,6	12,6
Lysin g ²	12,51 ²	13,33 ²	13,68 ²	14,37 ²
Metionin g	4,548	4,5	4,5	4,5
Metionin g ²	5,21 ²	5,10 ²	5,17 ²	5,13 ²
Cys+Met g	8,13	8,219	8,356	8,486
Cys+Met g ²	6,78 ²	6,86 ²	7,04 ²	7,22 ²
Treonin g	7,242	7,113	7	7
Treonin g ²	6,69 ²	6,42 ²	6,34 ²	6,37 ²
C18:2 NY g	23,677	22,159	20,574	20,457
WPSA MJ	12	12	12	12,05
SmbP Mat g	5	4,7	5	5
Vit A IE	12000	12000	12000	12000
Vit D3 IE	5000	5000	5000	5000
Vit E Mg	80	80	80	80
DON mg	-	-	21	-

¹ Analyserade värden från Kungsängens forskningscenter, SLU, Uppsala.

² Analyserade aminosyra värden från Degussa, Danmark.

Tabell 4. Jämförelse mellan råprotein, växtråd och råfett i vete, AgrodrankTM90 och Agroprotein SD.

	Vete	Agrodrank TM 90	Agroprotein SD
Råprotein %	11,3 ²	36,3 ¹	52,2 ¹
Växtråd %	2,1 ²	8 – 9 ¹	0,49 ¹
Råfett %	1,9 ²	6,4 ¹	13,3 ¹

¹Källa: Lantmännen Agroetanol.

²Källa: Freefarm, opti-kukeliku, 2012.

Datainsamling

Produktions parametrar

Tillväxt

Kycklingarna vägdes gruppvis varje vecka. Sista vägningen vägdes kycklingarna individuellt.

Foderintag

Varje vecka vägdes det foder som var kvar i burarna innan påfyllning av nytt foder genomfördes och registrerades. Foderintaget beräknades för varje vecka.

Foderomvandlingsförmåga, FCR

Foderomvandlingsförmågan beräknades varje vecka i samtliga grupper. FCR beskriver foderåtgång per kg tillväxt med korrigering för döda djur.

Smältbarhetsanalys

Titaniumdioxid (TiO₂) tillsattes i de olika foderrecepten, och fungerade som en indikator vid smältbarhetsanalysen. TiO₂ tas inte upp av kycklingarna utan passerar genom mag-tarmkanalen oförändrad. Dag 35 avlivades 4 slumpmässigt valda kycklingar från varje bur och tarmprover samlades in från Meckel's divertikulum till 4 cm proximalt från den ileocecalaförbindelsen genom att försiktigt trycka ut tarminnehållet i plastpåsar. Proverna homogeniserades och ca 20 gram vägdes upp i en aluminiumform och torkades därefter i 60°C under 2 dagar resterande del av provet sparades för ytterligare analyser. Provet maldes därefter med hjälp av en mortel till pulver. Därefter vägdes ca 0,5 gram av det torkade provet upp i en degel för att utföra en total torrsustansbestämning på det torkade provet och därefter genomfördes en askning av provet. Resten av det torkade provet samlades upp och överlämnades tillsammans med foderprover till Laboratoriet på Husdjursvetenskap på Ultuna Forskningscenter för att genomföra en TiO₂ bestämning. Efter analysen beräknades smältbarheten genom att jämföra hur mycket TiO₂ det var i fodret som djuret ätit med hur mycket som återfanns i träcken.

För att beräkna råproteininnehållet i proverna genomfördes en Kjeldahlanalys (Nordic Committee on Food Analyses, 2003). Från det blöta träckprovet torkades ca 2 gram i ugn för att bestämma den totala mängden kväve i träcken. För att få fram råproteinmängden i träcken multipliceras sedan kvävehalten med en faktor (6,25).

Hälsoparametrar

Träckens torrsustans

Vid 10 samt 33 dagars ålder samlades färsk träck, under insamlingen täcktes spånbädden av byggplast för att minimera andelen spån i träcken. Proverna samlades upp gemensamt från varje bur i plastpåsar. Provet homogeniserades och därefter vägdes ca 10 g upp i aluminiumformar och därefter torkades träcken i 103 grader under natten. Det torkade provet vägdes därefter för att beräkna torrsubstansen.

Fotskador

I samband med slakten dag 35, undersöktes kycklingarnas fothälsa genom att gradera fothälsan på en skala som sträckte sig från 0-2 där 0 är inga skador, 1 motsvarar tendens till skada och 2 motsvarar en skada på foten (Ekstrand, C., 1994).

Fjäderdräktens renlighet

Vid den sista vägningen (dag 35) bedömdes fjädrarnas renlighet gruppvis. Renligheten bedömdes genom en tregradig skala där 0 representerar rena fåglar, 1 motsvarar att vissa fåglar (< 4) är smutsiga och 2 representerar att huvuddelen av fåglarna (> 4) är smutsiga.

Ströbäddens kvalitet

I samband med vägningarna bedömdes även ströbäddens kvalitet visuellt på en 5 gradig skala där 1 är en torr ströbädd och 5 är en blöt och klibbig ströbädd.

Sticky droppings

Sticky droppings registrerades dag 7 genom att undersöka området runt kloaken på en skala från 0-1 där 0 motsvarar inga sticky droppings och 1 förekomst av sticky droppings.

Könsbestämning

En visuell ”könsbestämning” genomfördes dag 35 i samband med den individuella vägningen innan slakt. Könsbestämningen utfördes för att kunna korrigera vikt, foderintag och foderomvandlingsförmåga för effekt av kön i den statistiska analysen.

Statistisk analys

Data analyserades med GLM processen i SAS mjukvara (SAS, 2008).

Slakt

Kycklingarna som användes för provuppsamling avlivades dag 35 på Funbo- Lövsta Forsknings center genom en injektions överdos av sömnmedel (Pentobarbitalnatrium: 100 mg/ml) i vingvenen. Resterande kycklingar bedövades med el varefter avblodning följde.

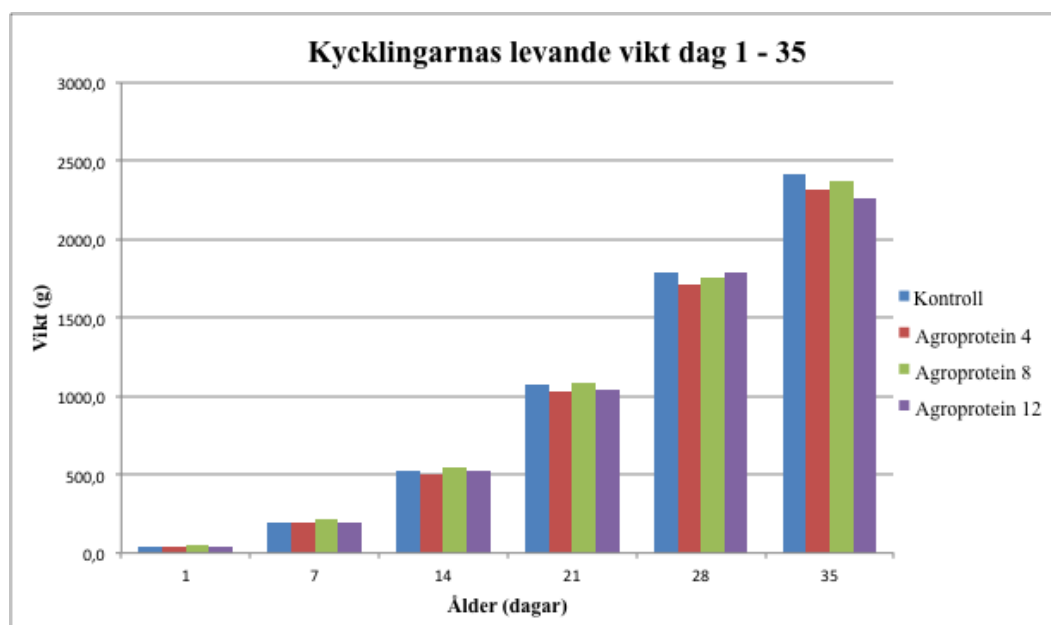
Resultat

Produktions parametrar

Tillväxt

Det fanns inga signifikanta skillnader i tillväxthastighet under produktionsperioden mellan behandlingarna (se figur 3 och tabell 7). Det fanns heller inga signifikanta skillnader mellan kycklingarnas individuella slutvikt d. 35 (se tabell 7).

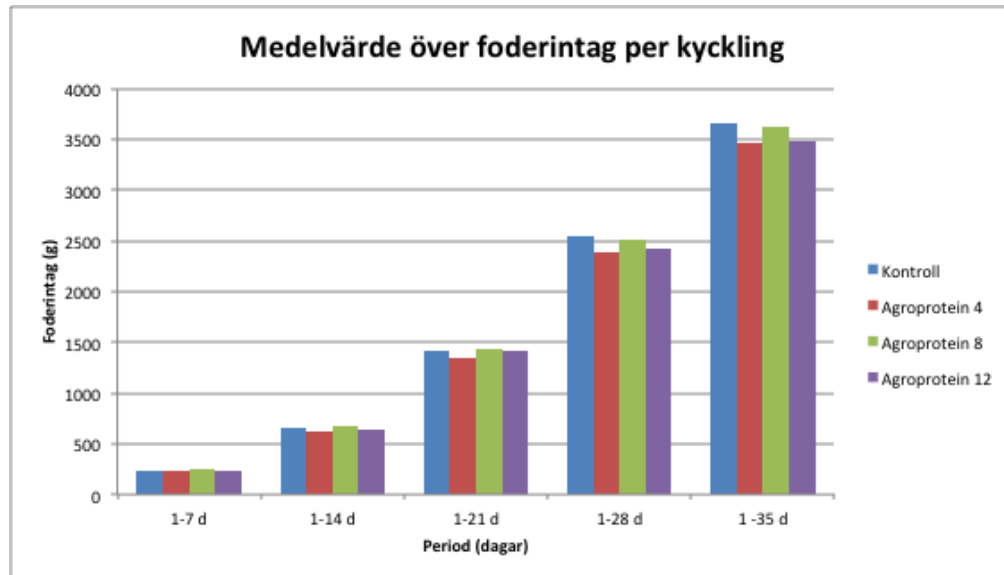
Figur 3. Tabell över kycklingarnas levande vikt jämfört mellan de olika inblandningsnivåerna av Agroprotein (4, 8 och 12 %) samt kontrollfoder.



Foderintag

Det fanns en signifikant skillnad i foderintag under den första levnadsveckan mellan Agroprotein 4 % och Agroprotein 8 % ($p < 0,0125$) där Agroprotein 8 % konsumerat en större mängd foder och mellan Agroprotein 8 % och Agroprotein 12 % ($p < 0,0098$) där Agroprotein 8 % hade konsumerat en större mängd foder (se, Figur 4 och tabell 7).

Figur 4. Medelvärden över foderintag i gram per kyckling för de olika inblandningsnivåerna av Agroprotein (4, 8 och 12 %) samt kontrollfoder.



FCR

Det fanns signifikanta skillnader mellan behandlingarna under första veckan. Agroprotein 4 % och kontrollen hade en högre FCR jämfört med Agroprotein 12 % ($p < 0,0338$) respektive ($p < 0,0009$). Det fanns även en signifikant skillnad i FCR mellan Agroprotein 8 % och kontrollen ($p < 0,0075$) under första levnadsveckan (se tabell 7). Foderomvandlingsförmågan ökade efter dag 14 men det fanns inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna.

Smältbarhetsanalys

Resultat av smältbarhetsstudien visade att smältbarheten på Agroprotein var 58,8%. Resultaten beräknades genom att plotta mängden TiO_2 i fodret som djuret ätit med hur mycket TiO_2 som återfanns i träcken i ett linjediagram genom att plocka fram ekvationen ur diagrammet (se nedan). De detaljerade resultaten av smältbarhetsstudien återfinns i tabell 5.

$$y = -0,0024 * 100 + 0,828 = 0,588 = 58,8 \%$$

Tabell 5. Smältbarhet på totala mängden N i vete, kontrollfodret och försöksfodren med Agroprotein (4, 8, 12 %).

Foder	Vete	Kontroll	Agroprotein			
			4 %	8 %	12 %	100 %
Totalt Smältbart N %	80 ¹	83,0	81,0	79,7	79,5	58,8

¹ McDonald *et al.*, 2002

Hälsoparametrar

Träckens torrsubstans

Det fanns signifikanta skillnader i den första torrsubstansbestämningen dag 10. Då Agroprotein 4 % hade en lägre torrsubstans på träcken jämfört med Agroprotein 8 % ($p < 0,0230$) samt Agroprotein 12 % ($p < 0,0153$). Det fanns även en skillnad i torrsubstansen mellan Agroprotein 12 % och kontrollen ($p < 0,0346$). Däremot fanns inga signifikanta skillnader i torrsubstans dag 33 (se tabell 7).

Sticky droppings

Studien visade inte på några signifikanta skillnader mellan andelen kycklingar med sticky droppings mellan försöksfodren. Av kontroll kycklingarna hade 66 % sticky droppings medan andelen kycklingar med sticky droppings i grupperna som utfodrades med Agroprotein låg på 49,5 % för Agroprotein 4 %, 54,3 % för Agroprotein 8 % samt 51,4 % för Agroprotein 12 % (se tabell 7).

Fotskador

Det fanns en signifikant skillnad mellan behandlingarna i andelen kycklingar med tendens till fotskador (kycklingar som klassades som ettor på angiven skala). Agroprotein 12 % hade en högre andel kycklingar med tendens till fotskador jämfört med Agroprotein 4 % ($p < 0,0042$) och Agroprotein 8 % ($p < 0,0092$). Det fanns även en signifikant skillnad mellan kontrollen och Agroprotein 12 %, där Agroprotein 12 % hade en ökad tendens till fotskador ($p < 0,0003$).

Fjäderdräktens renlighet

Den visuella bedömningen av fjäderdräktens renlighet dag 35 visade att majoriteten av kycklingarna var något smutsiga. En ökad inblandning av Agroprotein gav en ökad andel smutsiga kycklingar (se tabell 6).

Tabell 6. Schematisk bild över kycklingarnas renlighet.

Foder	Grupp	0	1	2
Kontroll	2		x	
Kontroll	22		x	
Kontroll	25		x	
Kontroll	29		x	
Kontroll	33	x		
Agro 4	11		x	
Agro 4	12		x	
Agro 4	16	x		
Agro 4	20		x	
Agro 4	31	x		
Agro 8	10		x	
Agro 8	15		x	
Agro 8	17		x	
Agro 8	26			x
Agro 8	32			x
Agro 12	4		x	
Agro 12	7		x	
Agro 12	18			x
Agro 12	24		x	
Agro 12	34			x

0 = Rena fåglar

1 = vissa kycklingar var smutsiga (<4)

2 = Majoriteten av kycklingarna var smutsiga (>4)

Ströbäddens kvalitet

Ströbädden bedömdes som torr under hela produktionsperioden. Däremot sågs en tydlig ökning i kakighet med ökad inblandning av Agroprotein. Ströbädden i burarna som utfodrades med Agroprotein 4 % hade en likvärdig ströbädd med kontrollen. Kycklingarna som konsumerade foder med 8 och 12 % inblandning av Agroprotein trampade dock till ströbädden till en hård kaka som byggdes på under vattennioplarna.

Könsbestämning

Kycklingarna könsbestämdes visuellt dag 35 för att undersöka hur den slumpmässiga fördelningen fungerat över grupperna. Resultaten visade en jämn fördelning mellan tuppar och honor och inga effekter av kön kunde ses vid den statistiska bearbetningen.

Dödlighet

Dödligheten under försöket var i genomsnitt 2,14 % till 35 dagar.

Tabell 7. Resultat för vikt, foderintag, FCR, sticky droppings, TS på träcken och fotskador och deras p-värden.

	Kontroll	4 % Agro	8 % Agro	12 % Agro	CV %	P- värde
Vikt d. 7 g	191	189	211	198	6,00	0,138
Vikt d. 14 g	528	508	551	528	6,68	0,721
Vikt d. 21 g	1077	1026	1083	1044	5,20	0,654
Vikt d. 28 g	1794	1718	1761	1792	8,35	0,657
Vikt d. 35 g	2418	2317	2374	2257	4,35	0,072
Individ varians	256	263	221	209	23,3	0,1123
Foderintag 1-7 d. g	241	230	250	229	4,77	0,0291*
Foderintag 1-14 d. g	651	619	676	643	4,98	0,087
Foderintag 1-21 d. g	1420	1337	1430	1415	5,76	0,278
Foderintag 1-28 d. g	2550	2392	2512	2414	4,48	0,111
Foderintag 1-35 d. g	3664	3472	3618	3477	4,39	0,159
FCR 7	1,26	1,22	1,18	1,16	3,34	0,0053*
FCR 14	1,23	1,22	1,23	1,22	2,40	0,790
FCR 21	1,32	1,3	1,32	1,35	3,70	0,456
FCR 28	1,42	1,39	1,43	1,37	6,35	0,683
FCR 35	1,52	1,50	1,52	1,54	1,55	0,088
Sticky Droppings, %	65,7	49,5	54,3	51,4	31,7	0,732
TS d. 10, %	29,6	28,8	33,8	34,2	9,98	0,0277*
TS d. 33, %	19,7	21	22,5	2,2	6,96	0,062
Fotskador						
Inga	0,97	0,83	0,79	0,46	20,13	0,0006*
Tendens	0,033	0,17	0,21	0,51	70,13	0,0020*
Skada	0	0	0	0,029	447,21	0,418

* Signifikant skillnad $p < 0,05$

Diskussion

Syftet med den här studien var att undersöka hur Agroproteinet fungerar som proteinfodermedel till slaktkyckling och hur det påverkar kycklingarnas produktion och hälsa. Resultaten av den aktuella studien visade att Agroprotein går att blanda in i kycklingfoder. Det bör påpekas att inga tidigare motsvarande studier publicerade på Agroprotein har hittats. Den råvara som liknar Agroprotein mest är vetedrank och jämförelser har därför gjorts mot drankstudier.

Produktionsparametrar

Studien visade inte på några signifikanta skillnader i tillväxt över produktionsperioden mellan de olika foderbehandlingarna. Resultaten indikerar därför att kycklingarna växte lika bra på försöksfodret som på kontrollen. Thacker & Widyaratne (2007) och Youssef *et al.* (2008) fann heller inga signifikanta skillnader i kycklingarnas tillväxt när drank från vete blandades in i kycklingfodret. Båda dessa studier hade en högre inblandningsnivå av vetedrank jämfört med inblandningarna i den aktuella studien.

Under den första levnadsveckan (dag 1 – dag 7) fanns signifikanta skillnader i foderintag och FCR. Kycklingarna som konsumerade försöksfodret med 8 % Agroprotein hade ett högre foderintag jämfört med kycklingarna som utfodrades med 4 % eller 12 % Agroprotein. Från dag 7 till dag 35 fanns inga skillnader i foderintag mellan behandlingarna. Det fanns även signifikanta skillnader i FCR mellan dag 1 – dag 7 då kycklingarna som gavs kontrollfoder eller försöksfoder med Agroprotein 4 % hade en högre FCR jämfört med kycklingarna som utfodrades med Agroprotein 12 %. Det fanns även en signifikant skillnad i FCR mellan Agroprotein 8 % och kontrollen, kontrollkycklingarna hade en signifikant högre FCR. Skillnaderna under första levnadsveckan både i foderintag och FCR kan bero på hur starka kycklingarna var från födseln. Då studien inte fann några signifikanta skillnader mellan grupperna efter första veckan är resultaten under första veckan därför sannolikt försumbara på grund av att variationerna kan bero på yttre faktorer. Resultaten från den aktuella studien överensstämmer med resultaten som Thacker & Widyaratne, (2007) fann i sin studie. De visade heller inte på några signifikanta skillnader i foderintag och FCR som berodde på inblandning av vetedrank i fodret. Dock visade resultaten att tillväxten och FCR tenderade att minska vid en inblandning av 20 % vetedrank.

Analyserna av försöksfodren visade att råproteininnehållet i Agroprotein var 3 till 4 gånger högre jämfört med vete och nästan dubbelt så högt jämfört med vetedrank se tabell 4. De resultaten stämmer med vad tidigare studier publicerat på vete och vetedrank (Bandegan *et al.*, 2009; Nyachoti *et al.*, 2005; Thacker and Widyaratne, 2007; Lan *et al.*, 2008). Agroproteinet innehåller även en ökad andel fett och en minskad andel fibrer jämfört med AgrodrinkTM90 (se tabell 4) vilket gör att råvaran passar fjäderfä bättre än drank.

I studien ingick en smältbarhetsstudie för att undersöka hur väl kycklingarna kunde ta tillvara på proteinet i Agroproteinet. Resultaten är beräknade på den totala mängden kväve från alla ingredienserna i fodret. Studien visade ett negativt linjärt samband mellan smältbarheten på kväve när mer Agroprotein blandades in. Detta tyder på att vid ökad inblandning av Agroprotein kommer smältbarheten att minska. Smältbarheten av Agroprotein var endast 58,8 %. Kluth & Rodehutsord (2010) fann i sin studie att med ökad inblandning av vetedrank minskade smältbarheten av råprotein och alla aminosyror i det färdiga försöksfodret

signifikant. Detta stämmer överens med resultaten på den aktuella studien. Nyachoti *et al.* (2005) studerade aminosyrornas smältbarhet i vetedrank hos grisar. Deras studie visade att smältbarheten hos lysin var låg, 42 respektive 45 % för de två vetedrankproverna som analyserades jämfört med smältbarheten på vete som var 76 %. Nyachoti *et al.* (2005) argumenterade att de låga lysinresultaten i vetedrank kan bero på det ökade endogena aminosyra flödet i ileum som beror på det höga fiberinnehållet i fodret. Skillnaden mellan vetedrank och Agroprotein, är att man vid framställningen av Agroprotein har lyckats ta bort mycket av de olösliga NSP. Däremot innehåller Agroproteinet fortfarande en del lösliga NSP. Som nämnts ovan tar sig lösliga NSP snabbare ut i tarmen där de binder mer vatten än olösliga NSP, vilket resulterar i att digestan blir viskös och därigenom inhiberar kycklingens nedbrytnings enzymer (exempelvis amylas, pepsin och lipas) att komma åt näringsämnen för nedbrytning och absorption genom tarmen. Det kan vara en tänkbar förklaring till varför smältbarheten i Agroproteinet är lägre jämfört med vete och vetedrank. En annan förklaring till den låga smältbarheten på Agroproteinet är att Maillard reaktioner kan ha förekommit under torkningsprocessen. Proteiner kan denatureras eller förändras från sitt naturliga tillstånd när de utsätts för värme. Värmen gör att karbonyl gruppen på kolhydraterna kondenseras samman med en fri amino grupp från en aminosyra eller ett protein och bildar på så sätt ett olösligt komplex som kycklingarna inte kan bryta ner. Studier efter 2009 har publicerats på aminosyrornas smältbarhet på vetedrank, där man har kunnat fastställa att smältbarheten av aminosyrorna är relativt låga i vetedrank (Kluth & Rodehutschord, 2010).

Hälsoparametrar

Teorin om att andelen sticky droppings skulle öka med ökad inblandning av Agroprotein var inkorrekt. Studien visade inte på någon signifikant skillnad mellan försöksgrupperna i andelen kycklingar med sticky droppings dag 7. Av kycklingarna som konsumerade kontrollfodret hade 66 % sticky droppings. Kycklingarna som utfodrades med Agroprotein hade i stället en frekvens som sträckte sig mellan 50 – 54 % sticky droppings, där Agroprotein 4 % hade den lägsta procenten och Agroprotein 8 den högsta procenten (se tabell 7). Spannmål är känt för att orsaka sticky droppings då de har ett relativt högt innehåll av NSP. Kycklingar har svårt att bryta ner NSP i mag- tarm kanalen. De osmälta fibrerna (NSP) binder upp vatten i tarmen och gör innehållet i tarmen tjockare vilket i sin tur resulterar i gelatinartade droppings som fastnar runt kloaken på kycklingarna (Miles & Johnson, 2009). Kontrollfodret och fodren med Agroprotein har likvärdigt innehåll av spannmål men kontrollen har ett något högre innehåll av växttråd jämfört med de andra försöksfodren. Agroproteinet är framtaget ur dranken för att innehålla mindre andel fibrer jämfört med dränk vilket kan vara en förklaring till varför studien visar på en lägre frekvens sticky droppings i försöksfodren med Agroprotein jämfört med kontrollen.

Torrsubstansen på träcken mättes vid två tillfällen (d 10 och d 33). Resultaten visade att det fanns signifikanta skillnader i TS dag 10. Kycklingarna som konsumerade försöksfoder med 4 % Agroprotein hade en lägre torrsubstans på träcken jämfört med Agroprotein 8 % och 12 %. Det fanns även en signifikant skillnad i torrsubstans mellan Agroprotein 12 % och kontrollen, där kontrollen hade ett lägre TS. Det fanns inga signifikanta skillnader i torrsubstansen dag 33. Resultaten från TS-bestämningen från dag 10 kan bero på att det tog lång tid att samla upp tillräckligt med prov och därigenom betyda att träcken vistades i rummet under olika lång tid och att en del av vattnet i träcken kan ha avdunstat. En annan felkälla vid denna provtagning kan ha varit att en del spån följde med vid insamlingen trots att det avlägsnades med pincett

innan torkning, då spån har en högre torrs substans än träck. Detta kan ifrågasätta TS bestämningens korrekthet, dock innehöll alla proverna ungefär samma mängd spån.

En tänkbar förklaring till den ökade kakigheten på ströbädden med ökad inblandning av Agroprotein är att träckens TS har varit blötare än normalt trots att resultaten vid mätningarna inte indikerar att så har varit fallet. Således kan träckens torrs substans varit lägre mellan första veckan och vecka tre och därefter stabiliseras. Under vecka tre (runt dag 20) gjordes ingen TS bestämning vilket kan vara en felkälla. Vid den sista provuppsamlingen dag 33 hade kycklingarna haft tid på sig att stabilisera och anpassa sig till fodret, vilket kan förklara varför man inte fann några signifikanta skillnader mellan behandlingarna. Kakigheten förekom främst under vattenrampen, vilket kan bero på att det är den enda fria ytan som kycklingarna har att röra sig på. Resultatet av studien indikerar inte på att ströbädden har varit blöt under produktionsperioden, sannolikheten att vattenniplarna har bidragit till kakigheten är därför liten. Resonemanget stärks av att ströbäddens kakighet har ökat med ökad inblandningsnivån av Agroprotein.

Resultaten visar att det finns en ökad tendens till fotskador vid en ökad inblandning av Agroprotein. Ströbädden var torr över hela produktionsperioden, dock kunde skillnader urskiljas mellan behandlingarna. Ströbäddens kakighet ökade med ökad inblandning av Agroprotein. Studier har kopplat fotskador till dålig ströbäddskvalitet (Green *et al.*, 1985; Ekstrand *et al.* 1997). Ekstrand *et al.* (1997) såg effekter att ströbäddens tjocklek kan påverka om kycklingarna utvecklar fotskador eller inte. En tjock ströbädd kan vara svår att hålla torr jämfört med en tunn ströbädd. En trolig förklaring till det kan vara att kycklingarna är mindre benägna att picka, krafsa och vända bädden om bädden är för tjock. I den aktuella studien användes en tunn ströbädd. Trots det sågs tydliga tecken på att kakigheten i bädden ökade med ökad inblandning av Agroprotein. Ströbäddens kakighet är troligen orsaken till en ökad tendens till fotskador vid ökad inblandning av Agroprotein. Fåglarnas fjäderdräkt bedömdes även och huvuddelen av fåglarna var något smutsiga och resultaten visade på en ökad andel smutsiga fåglar med ökad inblandning av Agroprotein.

Resultaten av studien både med avseende TS på gödseln, fotskador och smutsig fjäderdräkt beror sannolikt på Agroproteinets innehåll av lösliga fibrer. Trots att Agroproteinet är framtaget för att innehålla mindre olösliga fibrer innehåller vete en hög andel lösliga NSP som förmodligen fortfarande finns kvar i Agroproteinet. Agroprotein och ströbäddens kakighet ökade med ökad inblandning, vilket tyder på att de är kopplade till varandra. I den här studien visade den första TS bestämningen av träcken på signifikanta skillnader. Dock ökade TS med ökad inblandning av Agroprotein vilket inte stämmer överens med resultaten på fotskador och ströbäddens kvalitet. För att säkerställa de resultat som visats i den här studien på TS, tendens till fotskador och ökad kakighet på ströbädden behövs fler studier på större golvgrupper som sannolikt med större säkerhet kan jämföras med den verkliga produktionens ströbäddar.

Slutsatser

Resultaten i studien visar att en inblandning upp till 12 % Agroprotein inte påverkar kycklingarnas tillväxt, foderintag eller FCR jämfört med kontrollen. Studien visade att kycklingarna växte lika bra på försöksfodren som på kontrollen. Smältbarheten på råproteinet påverkades inte av den högsta inblandningen av Agroprotein, däremot visade resultaten att Agroproteinet hade en relativt låg smältbarhet. En inblandning av 4 % agroprotein i

kycklingfoder har i den här studien visats fungera utan negativa effekter på hälsoparameter. Vid en ökad inblandning av Agroprotein finns risk till ökad kakighet i ströbädden och ökad tendens till fotskador bland kycklingarna vilket sannolikt beror på en lägre TS på träcken än vad som har påvisats i den här studien. Den lösare träcken beror troligen på att Agroproteinet innehåller en del lösliga NSP. För att visa en blötare träck med ökad inblandning av Agroprotein bör en TS bestämning runt dag 20 genomföras. Den rekommenderade inblandningen av Agroprotein är därmed 4 %. Om andelen olösliga NSP kan minskas i Agroproteinet skulle en ökad inblandning av Agroprotein i kycklingfoder vara möjlig utan negativa effekter på vare sig produktionsparametrar eller hälsoparametrar.

Tack till

Stiftelsen Svenska Kycklinguppfödare
Lotta Jönsson, Handledare
Håkan Nordholm, Agroetanol, Norrköping
Oliver Teichert, Agroetanol, Norrköping
Laboratoriet på Kungsängens forskningscenter, SLU, Uppsala
Degussa, Danmark
Maria Eriksson
Ragnar Tauson
Robin Kalmendal
Stallpersonal på Lövsta forskningscenter, SLU, Uppsala

Referenser

- Andersson, J. L., Schingoethe, D. J., Kalscheur, K. F. & Hippen, R. A. (2006). Evaluation of Dried and Wet Distillers Grains Included at Two Concentrations in the Diets of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 89: 3133-3142.
- Akayezu J-M., Dr. Linn J. G. och Cassady J. M. (1998). Use of Distillers Grains and Co-Produkts in Ruminant Diets. *Department of Animal Science, University of Minnesota, USA. Proceedings of the 59th Minnesota Nutrition Conference*.
- Bandegan, A., Guenter, W., Hoehler, D., Crown, G. H. & Nyachoti, C. M. (2009). Standardized Ileal Amino Acid Digestibility in Wheat Distillers Dried Grains with Solubles for Broilers. *Poultry Science*. 88: 2592-2599.
- Batal, A.B. & Dale, N.M. (2006). True Metabolizable Energy and Amino Acid Digestibility of Distillers Dried Grains with Solubles. *Journal of Applied Poultry Research*. 15: 89-93.
- Birkelo, C. P., Brouk, M. J. och Schingoethe, D. J. (2004). The Energy Content of Wet Corn Distillers Grains for Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 87: 1815-1819.

- Burkitt, D. P., Walker, A. R. P. & Painter, N. S. (1972). Effect of Dietary Fibre on Stools and Transit Time and it's Role in the Causation of Disease. *Lancet*. 2: 1408-1411.
- Davis, J., Sonesson, U. & Flysjö, A. (2006). Lokal produktion och konsumtion av baljväxter i Västra Götaland. [Elektronisk] Rapport 756:2006 *The Swedish Institute for Food and Biotechnology*. Tillgänglig:
[http://www.sjv.se/download/18.73dc82d0121356ca66180004/SR756%2Bbaljv%25C3%25A4xter%5B1%5D.pdf_\[2010-12-01\]](http://www.sjv.se/download/18.73dc82d0121356ca66180004/SR756%2Bbaljv%25C3%25A4xter%5B1%5D.pdf_[2010-12-01])
- Dahlström, J., Eskilsson, K., Gredegård, S., Molander, C. & Wejdemar, K. (2011). Jordbruksverkets foderkontroll 2011. *Enheten för foder och hälsa*. 2011-05-26.
- Ekstrand, C. (1994). Kartläggning av fothälsan hos svenska slaktkycklingar, och dess samband med olika miljöfaktorer. SLU/Hhyg Specialarbete 23, Skara, 22 pp.
- Ekstrand, C., Algers, B. & Svedberg, J. (1997). Rearing Conditions and Foot-Pad Dermatitis in Swedish Broiler Chickens. *Preventive Veterinary medicine*. 31: 167-174.
- Elwinger, K. (2007). Feedsuffs and diets for laying hens and broiler chickens. [Elektronisk] SLU. Tillgänglig:
http://poultry.huv.slu.se/hen/fodermedel.htm#_Toc159137857 [2010-12-01]
- Farell, D. J. (1999). *In Vivo* and *in Vitro* Techniques for the Assessment of the Energy Content of Feed Grains for Poultry: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*. 50(5): 881-888
- Fastinger, N. D., Latshaw, J. D. & Mahan, D. C. (2006). Amino Acid Availability and True Metabolizable Energy Content of Corn Distillers Dried Grains with Solubles in Adult Cecectomized Roosters. *Poultry Science*. 85: 1212-1216.
- Feine, S. P., York, T. M. & Shasteen, C. (2006). Correlation of DDGS IDEA™ Digestibility Assay for Poultry with Cockerel True Amino Acid Digestibility. *4th Mid-Atlantic Nutr. Conf. Univ. Maryland, Collage Park*. 82-89.
- Fontaine, J. (2003). Amino Acid Analysis of Feeds. In: D'Mello, J.P.F. (Ed.), *Amino Acid in Animal Nutrition*. CAB Publishing, Wallingford, United Kingdom, pp. 15-40.
- Green, J. A., McCracken, R. M. & Evans, R. T. (1985). A Contact Dermatitis of Broilers-Clinical and Pathological Findings. *Avian Pathology*. 14:1, 23-38.
- Hetland, H., Choct, M. & Svihus, B. (2004). Role of Insoluble Non-Starch Polysaccharides in Poultry Nutrition. *World's Poultry Science Journal*. 60: 415- 422.
- Heimer, A., 2010. Soja som foder och livsmedel i Sverige – konsekvenser lokalt och globalt. *Naturskyddsföreningen*. 2010.
- Jørgensen, H., Zhao, X-Q. Knudsen, K. E. B. & Eggum, B. O. (1995). The Influence of Dietary Fibre Source and Level on the Development of the Gastrointestinal Tract,

- Digestibility and Energy Metabolism in Broiler Chickens. *British Journal of Nutrition*, 75: 379-395.
- Klopfenstein, T. (1996). Distillers Grains as an Energy Source and Effect of Drying on Protein Availability. *Animal Feed Science Technology*. 60: 201-207.
- Kluth, H. & Rodehutsord, M. (2010). Effect of the Duration of Preening on Amino Acid Digestibility of Wheat Distillers Dried Grains with Solubles in Broiler Diets. *Poultry Science* 89: 681-687.
- Lan, Y., Opapeju, F. O. & Nyachoti, C. M. (2008). True Ileal Protein and Amino Acid Digestibilities in Wheat Dried Distillers' Grains with Solubles Fed to Finishing Pigs. *Animal Feed Science Technology*. 140: 155-163.
- Larbier, M. & Leclercq, B. (1994). Nutrition and Feeding of Poultry. *Nottingham, Nottingham University Press*.
- Lee, W. J., Sosulski, F. W. & Sokhansanj, S. (1991). Yield and Composition of Soluble and Insoluble Fractions from Corn and Wheat Stillages. *Cereal Chemists, Inc.* 68(5): 559-562.
- Leeson, S. & Summers, J., 2001. Nutrition of the Chicken. *University Books*. 4th.ed.
- Livsmedelsverket, viewed: 2011-12-04
Tillgängligt: <http://www.slv.se/sv/grupp1/Mat-och-miljo/Miljosmarta-matval/Kott--notlamm-gris-och-kyckling/>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D. & Morgan, C. A. (2002). Animal Nutrition 6th edition. *Pearson Education Limited. Essex, UK*.
- Martland, M. F. (1985). Ulcerative Dermatitis in Broiler Chickens: the Effect of Wet Litter. *Avian Pathology*. 14: 353-364.
- Miles, C & Johnson, S. (2009). Sticky Droppings: A Feed- Related Poultry Problem. *Mount Vernon Northwest Washington Research and Extension Center*. Tillgängligt: <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/fs002e/fs002e.pdf>
- Noll, S., Stangeland, V. Speers, G. & Brannon, J. (2001). Distillers Grains in Poultry Diets. *62nd Minnesota Nutrition Conference and Minnesota Corn Growers Association Technical*.
- Nordic Committee on Food Analyses, (2003). NMKL Method No.6: Nitrogen Determination in Foods and Feeds According to Kjeldahl, 4th ed. Ord & Form, Uppsala, Sweden.
- Nutrient Requirements of poultry 1. (1994). 9. Ed. *Components of poultry diets*. 3-18.
- Nutrient Requirements of poultry 2. (1994). 9. Ed. *Nutrient requirements of chickens*. 19-34.

- Nyachoti, C. M., House, J. D., Slominski, B. A. & Seddon, I. R. (2005). Energy and Nutrient Digestibilities in Wheat Dried Distillers' Grains with Solubles Fed to growing Pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85: 2581-2586
- Opti-Kuckeliku, www.freefarm.se
 Mattias Malmgren. <http://www.freefarm.se/~a2matmal> 2012-01-15
- Parsons, C. M., Martinez, C., Singh, V., Radhakrishnan, S. & Noll, S. (2006). Nutritional Value of Conventional and Modified DDGS for Poultry. *Multi- State Poultry Nutrition and Feeding Conference*.
- Parsons, C. M. (1996). Digestible Amino Acids for Poultry and Swine. *Animal Feed Science Technology*, 135:275-285.
- Rose, S. P. (2005). Principles of Poultry Science. 3. Ed. Wallingford.
- SAS. 2008. SAS/STAT User's guide, version 9.2. Cary, N.C.: SAS Institute Inc.
- Shurson, J. & Noll, S., (2005). Feed and Alternative Uses for DDGS Energy. *Agriculture Conference*, St. Louis, MO, 2005.
 Tillgänglig:
<http://www.ddgs.umn.edu/articles-industry/2005-Shurson-%20Energy%20from%20Ag%20Conf.pdf>
- Smits, C. H. M. & Annison, G. (1996). Non-Starch Plant Polysaccharides in Broiler Nutrition – Towards a physiologically Valid Approach to their Determination. *World's Poultry Science Journal*. 52: 203-221.
- Statistiska Centralbyrån www.scb.se, viewed 2009-05-14
- Statens energimyndighet, (2011). Analys av marknaderna för etanol och biodisel. ER 2011:13
- Thacker, P. A. & Widyaratne, G. P. (2007). Nutritional Value of Diets Containing Graded Levels of Wheat Distillers Grains with Solubles Fed to Broiler Chicks. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87: 1386-1390.
- Waldroup, P. W., Owen, J. A., Ramsey, B. E. & Welchel, D. L. (1981). The Use of High Levels of Distillers Dried Grains Plus Solubles in Broiler Diets. *Poultry Science*. 60: 1479-1484.
- Youssef, I. M. I., Westfahl, C., Sünder, A., Liebert, F. & Kamphues, J. (2008). Evaluation of Dried Distillers' Grains with Solubles (DDGS) as a Protein Source for Broilers. *Archives of Animal Nutrition*. 62: 404-414.

Personliga meddelanden

Robin Kalmendal

Doktorand, Institutionen för Husdjurens utfodring och vård, SLU

E-post 2012-01-03

Håkan Nordholm

Product Manager Feed på lantmännen Agroetanol, Norrköping.

Personligt möte 2011-09-28

Nr	Titel och författare	År
372	Raps som fodermedel till slaktkycklingar Rapeseed meal and rapeseed in broiler diets 30 hp A2E-nivå Åsa Karlsson	2012
373	Hur kan kalvningsförslamning förebyggas? How to prevent milk fever? 15 hp G2E-nivå Ida Hansson	2012
374	Effect of botanically diverse pastures on the milk fatty acid profiles in New Zealand dairy cows 30 hp A2E-level Gunilla Ström	2012
375	Renen – En framtida mjölkproducent? The reindeer – A future milk producer? 15 hp G2E-nivå Alexandra Sveen	2012
376	Mjölkhalt som mått på vommikrobernas kväveförsörjning och kons miljöbelastning Milk urea concentration as a measure of nitrogen supply to rumen microbes and indicator of the environmental load 15 hp G2E-nivå Anna Strömgren	2012
377	Ompressning av inplastat vallfoder – från rundbal till småbal Rebaling of wrapped forage – from round bale to small bale 30 hp A2E-nivå Eva Andersson	2012
378	Ljusprogram för kor Light program for dairy cows 15 hp G2E-nivå Emma Duvelid	2012
379	Mineraler till får – Fokus på kalcium, koppar, selen och magnesium 15 hp G2E-nivå Ida Ljunggren	2012
380	The effects of rubber alley flooring on cows' locomotion and welfare 30 hp A2E-nivå Pernilla Norberg	2012

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa, samt tidigare arbeten, kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. Earlier numbers are listed at the end of this report and may be obtained from the department as long as supplies last.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Box 7024

750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 28 17
