

Litteratur- og dataindsamling af protein- og aminosyrefordøjeligheder for proteinfodermidler til grise

Uffe Pinholt Krogh og Per Tybirk

SEGES Innovation P/S

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden

Hovedkonklusion

Gennemsnitlige standardiserede ileale fordøjeligheder af protein- og aminosyre for hestebønner, rapsskrå, ærter, solsikkekrå og sojaskrå fra fem forskellige fodermiddeltabeller og fra fordøjelighedsforsøg publiceret senere end 2002, samt fra fordøjelighedsforsøg gennemført hos SEGES Innovation var samlet set mellem 0,9 og 6,0 procentpoint lavere end de nuværende værdier i SEGES' Fodermiddeltabel. Resultatet af denne gennemgang indgår i opdateringen af fordøjelighedsværdierne i SEGES Innovations Fodermiddeltabel i 2025.

Sammendrag

Standardiserede ileale fordøjeligheder (SID) af protein ($N \times 6,25$) og aminosyrer bruges til at sammensætte foderblandinger med optimalt næringsstofindhold (Normer for Næringsstoffer) til den laveste pris og til at beregne udskillelse af næringsstoffer som kvælstof. De nuværende protein- og aminosyrefordøjelighedsværdier for proteinfodermidler er af ældre dato og stammer primært fra en litteraturgennemgang af Pedersen og Boisen (2002) [1]. Opdaterede værdier vil sikre bedre nøjagtighed i forhold til næringsstoffordeling og dermed også foderpris, produktivitet og klimaaftryk. Formålet med dette notat er derfor at samle tilgængelig information om protein og aminosyrefordøjeligheder for de hyppigst anvendte proteinkilder til grise: sojaskrå, rapsskrå, solsikkekrå, hestebønner og ærter.

Der er indsamlet data for næringsstofindhold og SID af protein og aminosyrer fra fem forskellige fodermiddeltabeller og nyere publicerede fordøjelighedsforsøg for sojaskrå, rapsskrå, solsikkekrå, hestebønner og ærter. Data er indsamlet fra fodermiddeltabeller fra Danmark (SEGES Innovation), Holland (CVB), Frankrig (INRAE-CIRAD-AFZ) og USA (NRC 2012 og Illinois University) samt resultater fra 115 forsøgsgrupper (800 observationer) publiceret i 33 artikler mellem 2002 og 2024. De standardiserede ileale fordøjeligheder fra fodermiddeltabeller og publicerede fordøjelighedsforsøg blev kombineret med fordøjeligheder målt på de samme fodermidler ved hjælp af standardiserede forsøgsprocedurer og nye forsøgsfaciliteter (SEGES Innovation, Meddelelse nr. 1310).

De gennemsnitlige SID for protein og lysin fra de tre datakilder (fodermiddeltabeller, litteratur 2002-2024 og SEGES Innovations forsøg) var overordnet set lavere end de nuværende værdier i SEGES Innovations Fodermiddeltabel. Forskellen i SID for protein var henholdsvis 2,6; 3,8; 6,0; 0,9; og 2,9 procentpoint for henholdsvis sojaskrå, rapsskrå, solsikkekrå, hestebønner og ærter.

Resultaterne indikerede, at et øget træstofindhold reducerer SID lysin. For solsikkekrå viste resultaterne et fald i SID lysin på 0,06 procentpoint pr. g træstof. Ved gruppering af sojaskrå, hestebønne, rapsskrå og ærter i en gruppe, viste resultaterne et fald i SID lysin på 0,18 procentpoint pr. g træstof. Samlet set indikerede resultaterne, at træstofindholdet potentielt kan anvendes til justering af partiets forventede fordøjelighed, men der mangler yderligere data for at bekræfte dette, da sammenhængen var mindre tydeligt for individuelle fodermidler.

Resultatet af denne gennemgang vil bidrage til opdatering af fordøjelighedsværdierne i SEGES Innovations Fodermiddeltabel 2025 for disse proteinfodermidler.

Baggrund

SEGES Innovations Fodermiddeltabel indeholder information om næringsstofindholdet for en lang række af forskellige fodermidler samt deres fordøjeligheder af protein (N \times 6,25), essentielle aminosyrer og fosfor [2]. Næringsstofindholdet for de mest centrale fodermidler, som f.eks. korn, opdateres årligt, mens fordøjeligheder for protein og aminosyrer primært er fastlagt på baggrund af forsøg gennemført i 1980'erne og 90'erne, samlet i litteraturgennemgangen af Pedersen og Boisen i 2002 [1]. Da disse tal er af ældre dato, og da nye sorter introduceres over tid er indsamling af fordøjelighedsværdier fra andre fodermiddeltabeller og fra fordøjelighedsforsøg, som er gennemført efter seneste opdatering, med til at sikre opdateret information til Fodermiddeltabellen, så foderblandinger kan optimeres korrekt i forhold til at sikre lavt foderforbrug, lavt klimaaftryk og den bedst mulige produktionsøkonomi.

Ved at sammenholde proteinfodermidlernes indhold af næringsstoffraktioner med de målte fordøjelighedsværdier i de samme fodermidler, er der mulighed for at undersøge, om der er sammenhæng mellem indhold og fordøjelighed, og om en sådan sammenhæng kan anvendes til at korrigere fordøjeligheden af proteinfodermidler ud fra næringsstofindholdet i individuelle partier af råvarer. Der er derfor behov for at få opdateret fordøjelighedsværdier for de hyppigst anvendte proteinfodermidler, så resultater fra fordøjelighedsforsøg gennemført de seneste årtier kan indgå i den samlede vurdering af fodermidlers protein- og aminosyrefordøjelighed. En sådan opdatering og mulig korrektion for næringsstofindholdet kan bidrage til at opnå større nøjagtighed for tildeling af næringsstoffer i foderet.

Formålet med dette notat er at sikre, at foderblandinger kan optimeres med størst mulig nøjagtighed i forhold til protein- og aminosyrefordøjelighed og dermed også foderpris, produktivitet og klimaaftryk. Derfor opdateres protein- og aminosyrefordøjeligheder for udvalgte proteinfodermidler og det undersøges, om der er sammenhæng mellem fodermidlernes næringsstofindhold og målte fordøjeligheder.

Materialer og metoder

Næringsstofindhold og standardiserede ileale fordøjeligheder

Der er indsamlet data for protein og aminosyrefordøjeligheder af proteinfodermidler til grisefoder, som mulige alternativer proteinkilder ift. til traditionelt foder baseret på korn og sojaskrå. Der tages udgangspunkt i hestebønner, rapsskrå, ærter og solsikkekrå, som er alternative proteinfodermidler til sojaskrå, der er tilgængelige i større mængder. Derudover indgår sojaskrå i dataindsamlingen, da det

er det mest anvendte proteinfodermiddel til grise og den primære proteinkilde i forsøg, som danner baggrund for Normer for Næringsstoffer [3].

Ved indsamling af data fra publicerede forsøg, er der taget udgangspunkt i standardiserede ileale fordøjeligheder (SID) af protein og aminosyrer, som anvendes i det danske proteinvurderingssystem [4]. Datagrundlaget for indsamling af fordøjelighedsdata er opdelt i fordøjeligheder fra eksisterende fodermiddeltabeller, fordøjeligheder fra publiceret litteratur og fordøjeligheder fra SEGES Innovations forsøg.

Data fra fodermiddeltabeller

Der blev indsamlet næringsstofindhold samt protein- og aminosyrefordøjeligheder for hestebønne, rapsskrå, ærter, solsikkekrå og sojaskrå fra fem forskellige fodermiddeltabeller. Ved indsamling af disse data er der taget udgangspunkt i SID af protein og aminosyrer, som også anvendes i det danske proteinvurderingssystem.

De fem fodermiddeltabeller til grise er fodermiddeltabeller udgivet af SEGES Innovation fra Danmark [5], CVB fra Holland [6], INRAE-CIRAD-AFZ fra Frankrig [7] og NRC-2012 samt University of Illinois i USA [8, 9]. Disse tabelværker dækker hver især over en stor gruppe af fordøjelighedsforsøg, der for en størstedels vedkommende er af ældre dato. I **Appendiks** er der beskrivelser af de fem fodermiddeltabeller.

Data fra litteratur

En stor andel af de fordøjelighedsforsøg, som danner baggrund for SEGES Innovations Fodermiddeltabel, er gennemført mellem 1980 og frem til 2002, og da der er sket en udvikling i både udbytte og ændrede sorter, er det relevant at supplere fodermiddeltabellernes fordøjeligheder med resultater fra forsøg gennemført efter 2002. Dette er gjort ved at indsamle næringsstofindhold samt ileale fordøjeligheder af protein og aminosyrer fra fordøjelighedsforsøg med grise, som er publiceret efter 2002. De indsamlede næringsstofindhold og fordøjeligheder omfatter hestebønner, rapsskrå, ærter, solsikkekrå eller sojaskrå. I **Appendiks** er der en oversigt over de i alt 115 forsøgsgrupper (800 observationer) fra 33 artikler, som bidrager med data.

Data fra SEGES forsøg

Udover data fra fodermiddeltabeller og data fra litteratur, medtages fordøjeligheder fra SEGES Innovations egne forsøg, hvor der i 2023-2024 er bestemt fordøjeligheder for disse fodermidler og hvor der er anvendt de samme procedurer og faciliteter (Meddelelse nr. 1310).

Lineære sammenhænge mellem næringsstofindhold og fordøjeligheder

Fodermidlernes indhold af næringsstoffer og deres ileale fordøjeligheder blev også anvendt til at undersøge for eventuelle lineære sammenhænge mellem fodermidlernes næringsstofindhold (protein, råfedt, råaske og træstof) og SID lysin (SID lysin anvendes som eksempel for de resterende aminosyrer og protein).

Resultater

Standardiserede ileale fordøjeligheder af protein og aminosyrer

I **Tabel 1** og **Tabel 2** nedenfor vises SID for protein og lysin i sojaskrå, hestebønner, rapsskrå, ærter og solsikkekrå fra fodermiddeltabeller, litteratur fra 2002-2024 samt fra SEGES Innovations egne forsøg (Meddelelse nr. 1310). SID for protein og lysin er valgt som eksempel for de resterende aminosyrer. Alle resultater for fodermidlernes næringsstofindhold og de resterende fordøjeligheder er samlet i separate tabeller for hvert fodermiddel og vist i **Appendiks (Tabel A5 til A9)**.

De gennemsnitlige SID fordøjeligheder er et gennemsnit af resultaterne fra de tre datakilder (fodermiddeltabeller, litteratur 2002-2024 og SEGES forsøg), hvor hver datakilde bidrager ligeligt med en tredjedel hver. Den gennemsnitlige SID for protein var 87 % for sojaskrå, 79 % for hestebønner, 72 % for rapsskrå, 79 % for ærter og 78 % for solsikkekrå. Den gennemsnitlige SID for lysin var 88 % for sojaskrå, 84 % for hestebønner, 74 % for rapsskrå, 84 % for ærter og 78 % for solsikkekrå.

De gennemsnitlige SID fordøjeligheder var overordnet set lavere end de nuværende værdier i SEGES Innovations Fodermiddeltabel. De fundne forskelle mellem SEGES Innovations Fodermiddeltabel og gennemsnitsværdierne var størst for sojaskrå, rapsskrå og solsikkekrå, illustreret ved en forskel på henholdsvis 2,3; 3,5 og 4,1 procentpoint på tværs af protein og lysin, mens den tilsvarende forskel var 0,1 og 1,4 procentpoint for henholdsvis hestebønner og ærter (gennemsnit af forskel mellem nuværende værdier og gennemsnit for de tre datakilder).

Tabel 1. Standardiserede ileale fordøjeligheder protein i sojaskrå, hestebønner, rapsskrå, ærter og solsikkekrå fra fem forskellige fodermiddeltabeller, litteratur publiceret mellem 2002 og 2024 samt fra fordøjelighedsforsøg gennemført af SEGES Innovation.

SID protein (N × 6,25), %	Sojaskrå	Heste-bønner	Rapsskrå	Ærter	Solsikke-skrå
A. Fodermiddeltabeller¹					
A.1 SEGES Fodermiddeltabel	89,5	80,0	76,0	82,0	84,0
A.2 CVB	88,0	81,5	72,5	79,0	80,0
A.3 INRAE-CIRAD-AFZ	-	-	-	-	-
A.4 NRC	87,0	79,0	74,0	80,0	81,0
A.5 Illinois	88,0	86,0	75,0	80,0	77,5
B. Gennemsnit for 5 fodermiddeltabeller	88,1	81,6	74,4	80,3	80,6
C. Gennemgang af litteratur fra 2002 til 2024¹	88,3	81,2	74,3	81,1	74,0
D. SEGES-forsøg²	84,2	74,5	68,0	75,8	79,2
E. Gennemsnit (af B, C, og D)	86,9	79,1	72,2	79,1	78,0
Forskel (A1 minus E)	2,6	0,9	3,8	2,9	6,0

¹ Beskrevet i Appendiks.

² Beskrevet i Meddelelse nr. 1310.

Tabel 2. Standardiserede ileale fordøjeligheder af lysin i sojaskrå, hestebønner, rapsskrå, ærter og solsikkekrå fra fem forskellige fodermiddeltabeller, litteratur publiceret mellem 2002 og 2024 samt fra fordøjelighedsforsøg gennemført af SEGES Innovation.

SID lysin, %	Sojaskrå	Heste-bønner	Rapsskrå	Ærter	Solsikke-skrå
A. Fodermiddeltabeller¹					
A.1 SEGES Fodermiddeltabel	90,4	83,2	76,8	83,6	80,6
A.2 CVB	90,0	85,5	74,0	81,0	79,0
A.3 INRAE-CIRAD-AFZ	90,3	86,7	75,0	82,9	82,6
A.4 NRC	89,0	85,0	74,0	85,0	78,0
A.5 Illinois	89,0	92,0	72,0	87,0	73,0
B. Gennemsnit for 5 fodermiddeltabeller	89,7	86,5	74,4	83,9	78,7
C. Gennemgang af litteratur fra 2002 til 2024¹	88,3	84,5	76,6	86,5	77,1
D. SEGES-forsøg¹	87,2	80,9	69,7	80,6	79,6
E. Gennemsnit (af B, C, og D)	88,4	84,0	73,6	83,7	78,5
Forskel (A1 minus E)	2,0	-0,8	3,2	0,0	2,2

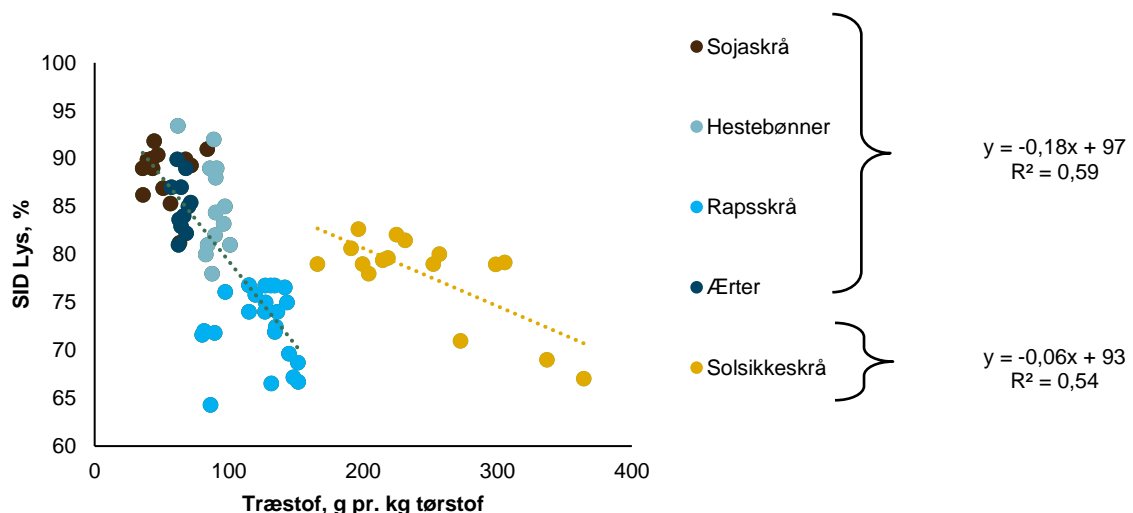
¹ Beskrevet i Appendiks.

² Beskrevet i Meddelelse nr. 1310.

Lineære sammenhænge mellem næringsstofindhold og fordøjeligheder

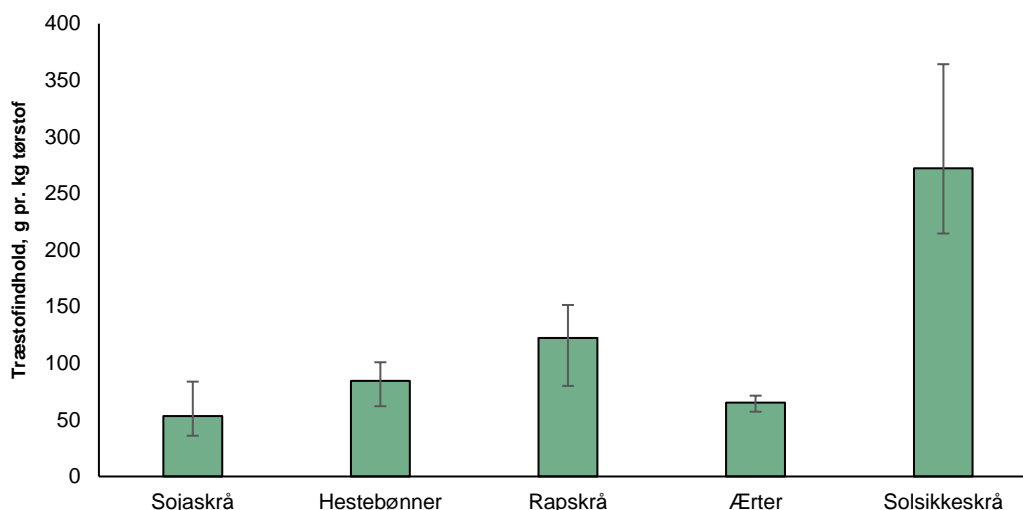
Lineære sammenhænge mellem SID for lysin og analyseret træstofindhold er vist i **Figur 1** og **Figur A4** i **Appendiks**. Lineære sammenhænge mellem SID for lysin og indhold af protein og råfedt og træstof er vist i **Figur A1** til **A3**. Overordnet set viste resultaterne ikke tydelige sammenhænge mellem fodermidlernes indhold og de bestemte SID fordøjeligheder for protein, råfedt eller råaske (**Figur A1-A3** i **Appendiks**). Derimod indikerede resultaterne, at et øget træstofindhold reducerer SID for lysin (**Figur 1** og **Figur A4** i **Appendiks**). Sammenhængen mellem træstof og SID for lysin ser ud til at dele sig i to grupper med solsikkekrå i én gruppe og sojaskrå, hestebønner, rapsskrå og ærter i en anden gruppe.

Fordøjeligheden af solsikkekrå faldt med 0,06 procentpoint SID lysin pr. g træstof pr. kg tørstof ($R^2=0,54$). De individuelle sammenhænge mellem SID for lysin og træstofindhold for sojaskrå, hestebønner, rapsskrå og ærter var mindre tydelige. Her faldt SID lysin med 0,01 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof i sojaskrå ($R^2=0,004$), med 0,22 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof i hestebønner ($R^2=0,18$), med 0,00 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof for rapsskrå ($R^2=0,00$) og med 0,01 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof for ærter ($R^2=0,004$). Ved gruppering af sojaskrå, hestebønner, rapsskrå og ærter var sammenhæng mellem SID lysin og træstofindhold mere tydelig ($R^2=0,59$). Ved gruppering af sojaskrå, hestebønner, rapsskrå og ærter faldt SID lysin med 0,18 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof.



Figur 1. Lineære sammenhænge mellem fodermidlernes indhold af træstof og standardiseret ileal fordøjelighed (SID) af lysin (Lys) på baggrund og indsamlet litteratur fra 2002 til 2024 og fem fodermiddeltabeller (SEGES, CVB, INRAE-CIRAD-AFZ, NRC 2012 og University of Illinois).

Figur 2 viser det laveste, gennemsnitlige, og højeste observerede træstofindhold for de fem fodermidler baseret på analyseret indhold fra publiceret litteratur mellem 2002 og 2024. Forskellen fra det højeste til laveste observerede træstofindhold i råvarerne (g pr. kg tørstof), sorteret fra størst til mindst, var 150 g pr. kg tørstof for solsikkekrå (gennemsnit: 272 g pr. kg tørstof), 71 g pr. kg tørstof for rapsskrå (gennemsnit: 122 g pr. kg tørstof), 48 g pr. kg tørstof for sojaskrå (gennemsnit: 53 g pr. kg tørstof), 39 g pr. kg tørstof for hestebønner (gennemsnit: 85 g pr. kg tørstof) og 14 g pr. kg tørstof for ærter (gennemsnit: 65 g pr. kg tørstof).



Figur 2. Minimum, gennemsnitligt, og maksimal observeret træstofindhold for sojaskrå, hestebønner, rapsskrå, ærter og solsikkeskrå fra publiceret litteratur mellem 2002 og 2024.

Diskussion

Standardiserede ileale fordøjeligheder af protein og aminosyrer

Hensigten med at kombinere resultater fra tre forskellige kilder til opdaterede værdier for protein- og aminosyrefordøjeligheder i SEGES Innovations Fodermiddeltabel var fortsat at sikre nøjagtige og sammenlignelige fordøjeligheder af sojaskrå og alternativer til sojaskrå. De tre datakilder blev valgt ud fra deres forskellige bidrag. De fem fodermiddeltabellers kvaliteter er, at de bygger på et stort antal fordøjelighedsforsøg. Antallet bidrager til at sikre et solidt gennemsnit. Disse forsøg er dog af ældre dato. Derfor blev der samlet resultater fra litteratur publiceret mellem 2002 og 2024, som bidrager med mere tidssvarende resultater med hensyn til grisenes fordøjelseskapacitet og fodermidlernes fremstillingsforhold og aktuelle sortsvalg. Derudover er det vigtigt med sammenlignelighed imellem de forskellige fodermidler, da de vurderes i forhold til hinanden ved optimering af foderblandinger. Fordøjeligheder fra SEGES Innovations egne forsøg, beskrevet i Meddelelse nr. 1310, blev derfor inddraget i vurderingen, for at bidrage med sammenlignelighed mellem fodermidlerne, da fodermidlernes fordøjelighed for nyligt er blevet bestemt under ensartede forsøgsprocedurer og -faciliteter. På baggrund af dette, blev det overordnede gennemsnit bestemt som et gennemsnit af de tre datakilder, hvor resultaterne fra hver datakilde bidrog ligeligt - en tredjedel vægtning fra hver kilde.

De danske anbefalinger til foderets samlede indhold af protein og aminosyrer (Normer for Næringsstoffer [3]) afspejler det økonomiske optimale indhold. Normerne for protein og aminosyrer er baseret på afprøvninger, hvor foderudnyttelse og produktivitet er registreret for foderblandinger med forskellige niveauer af protein og aminosyrer [10, 11]. Det betyder, at de fordøjeligheder, der er anvendt til optimering af foder i disse afprøvninger (byg, hvede og sojaskrå), udgør referencepunktet for protein- og aminosyrenormerne. En generel niveauforskydning af fordøjelighederne i SEGES Innovations Fodermiddeltabel vil betyde, at normerne skal reguleres tilsvarende for, at grisene fortsat tildeles de økonomisk optimale mængder protein og aminosyrer i foderet (samme mængde). Det er dog vigtigt, at fodermidlernes SID fordøjeligheder er vurderet korrekt i forhold til hinanden. Med korrekte bestemmelser af SID for protein- og aminosyrer for de forskellige fodermidler sikres det, at foderblandingerne kan sammensættes, så grisene forsynes med samme mængde af fordøjelige aminosyrer pr. foderenhed, uanset hvilket fodermiddel, der vælges.

De gennemsnitlige SID for protein- og aminosyrer i sojaskrå, hestebønner, rapsskrå, ærter og solsikkeskrå på tværs af de tre datakilder viste sig at være lavere end de nuværende værdier i SEGES Innovations Fodermiddeltabel. En generel forskydning i fordøjeligheder vil, som nævnt ovenfor, kunne

tilpasses med justering af Normer for Næringsstoffer og ikke have betydning for foderoptimering og griseproducenternes økonomi. Derimod vil de indbyrdes forhold have betydning. Gennemsnittet for SID for protein var mellem 1 og 6 procentpoint lavere end de nuværende værdier, hvor de største forskelle blev observeret for solsikkeskrå (6,0 procentpoint lavere end nu) og rapsskrå (3,8 procentpoint lavere end nu).

Betydningen af fodermidlernes indbyrdes fordøjeligheder kan illustreres med en slagtegriseblanding baseret på 20 % byg, 58 % hvede, 8 % sojaskrå og 11 % rapsskrå indeholdende 120 g SID protein pr. FEsv og 8,2 g SID lysin pr. FEsv. En overvurdering af protein- og aminosyrefordøjelighederne for rapsskrå på 4 procentpoint (76 % vs. 72 % for SID protein), vil f.eks. betyde, at denne foderblanding indeholder omkring 2 g mindre SID protein pr. FEsv end forventet og ca. 0,1 g mindre SID lysin og aminosyrer end forventet. På baggrund af et tidligere forsøg, som har dannet baggrund for næringsstofnormerne, vil en 4 procentpoints reduktion af SID protein og aminosyrer i rapsskrå medføre forringet foderudnyttelse svarende til omkring 2-3 kr. pr. slagtegris [10]. En fejlvurdering af fodermidlernes indbyrdes fordøjeligheder har betydning for, om grisene kan opretholde den forventede produktivitet, når fodermidler udskiftes ved ændringer i prisforhold. Det vil gøre sig gældende for både smågrise, slagtegrise og søer. Opdaterede værdier for fodermidlers fordøjelighed giver en øget fleksibilitet i valg af fodermidler, som ikke påvirker produktionsøkonomien. Dette er relevant for prisoptimering i forbindelse med udsving i fodermidlernes priser og prisrelationer samt tilgængelighed. Resultatet af denne gennemgang vil bidrage til opdatering af fordøjelighedsværdierne i SEGES Innovations Fodermiddeltabel 2025.

Lineære sammenhænge mellem næringsstofindhold og fordøjeligheder

Lineære sammenhænge mellem træstof og fordøjelighed viste, som beskrevet, et fald i SID for lysin på 0,06 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof for solsikke og 0,18 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof, hvis sojaskrå, hestebønner, rapsskrå og ærter blev samlet i én gruppe. De lineære sammenhænge mellem træstofindhold og SID af protein og lysin indikerer, at træstofindhold potentielt kan bruges til at justere fodermidlernes fordøjeligheder i forhold til det analyserede træstofindhold. Dog var der relativ stor forskel mellem hældningen for de to grupper (0,06 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof vs. 0,18 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof). Derudover var solsikke grupperet forskelligt i forhold til de andre fodermidler. En mulig årsag til disse forskelle kan være, at træstof ikke er den bedste og/eller eneste indikator for fodermidlernes fordøjelighed. Derfor er der behov for en større mængde data til at bestemme disse sammenhænge mere nøjagtigt og derefter kunne tage dem i anvendelse ved foderoptimering. Det vil desuden være relevant at se på, om andre fiberanalyser (f.eks. opløselige og uopløselige fibre, NDF) eller in vitro analyser (f.eks. EFOS, EFOSi, enzymfordøjeligt kvælstof ved ileum - EFNi) er mere anvendelige til at justere fordøjeligheder i partier af råvarer på en billig måde.

Betydningen af træstofindhold på ileale fordøjeligheder af protein er tidligere blevet undersøgt af Sauer et al., 1980 og Schulze et al., 1994 [12, 13]. I forsøget af Schulze et al., 1994, blev foderets træstofindhold øget fra 5,7 til 50,4 g pr. kg tørstof ved at øge tilsætningen af oprenset fibermateriale fra hvedeklid til blandinger baseret på majsstivelse og proteinisolat fra soja. Resultaterne viste et fald i tilsyneladende ileal proteinfordøjelighed på 0,09 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof [13]. Samme tendens blev vist for mere traditionelle foderblandinger baseret på majs, byg og sojaskrå i forsøget fra Sauer et al., 1980. Her blev foderets træstofindhold øget fra 41 til 78 g pr. kg tørstof ved at øge andelen af byg. Resultaterne viste et fald i tilsyneladende ileal proteinfordøjelighed på 0,11 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof [12].

Resultaterne fra litteratur publiceret mellem 2002 og 2024 viste desuden relativ stor forskel i træstofindhold for solsikkeskrå, hvor forskellen mellem højest og lavest værdi var 150 g træstof pr. kg tørstof. Med et fald i SID lysin på 0,06 procentpoint pr. træstof (for solsikkeskrå), betyder det, at SID lysin vil kunne variere op til 9 procentpoint ($150 \text{ g træstof pr. kg tørstof} \times 0,06 \text{ procentpoint SID lysin pr.}$

g træstof pr. kg tørstof). Forskellen i træstofindhold mellem højeste og laveste værdi var, som beskrevet, mindre for sojaskrå, hestebønner, rapsskrå og ærter, men hældningen for SID lysin var omvendt mere stejl for denne gruppe (0,18 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof). Sammenkobling af et fald på 0,18 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof med maksimal variation i træstofindhold viser dermed, at SID lysin potentielt kunne variere med op til 13 procentpoint for rapsskrå, 8 procentpoint for sojaskrå, 7 procentpoint for hestebønner og 3 procentpoint for ærter.

Konklusion

De gennemsnitlige SID fordøjeligheder af protein og lysin fra de tre datakilder (fodermiddeltabeller, litteratur fra 2002-2024 og SEGES Innovations egne forsøg) var overordnet set lavere end de nuværende værdier i SEGES Innovations Fodermiddeltabel. Forskellen i SID protein var 6,0 procentpoint for solsikkeskrå, 3,8 procentpoint for rapsskrå, 2,9 procentpoint for ærter, 2,6 procentpoint for sojaskrå, og 0,9 procentpoint for hestebønner. Resultaterne indikerer, at nuværende værdier med fordel kan justeres ned for at sikre en mere præcis beregning af foderets indhold af fordøjelige aminosyrer og protein.

Resultaterne indikerede, at et øget træstofindhold reducerer SID for lysin. For solsikkeskrå viste resultaterne et fald i SID lysin på 0,06 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof. Ved gruppering af sojaskrå, hestebønne, rapsskrå og ærter i en gruppe, viste resultaterne et fald i SID lysin på 0,18 procentpoint pr. g træstof pr. kg tørstof. Samlet set indikerer resultaterne, at SID lysin potentielt kan variere med op til 13 procentpoint for rapsskrå, 9 procentpoint for solsikkeskrå, 8 procentpoint for sojaskrå, 7 procentpoint for hestebønner og 3 procentpoint for ærter, men der mangler yderligere data for at bekræfte dette, da sammenhængen var mindre tydeligt for individuelle fodermidler.

Resultatet af denne gennemgang vil bidrage til opdatering af fordøjelighedsværdierne i SEGES Innovations Fodermiddeltabel i løbet af 2025.

Referencer

1. Pedersen, C. and S. Boisen, (2002). *Establishment of Tabulated Values for Standardized Ileal Digestibility of Crude Protein and Essential Amino Acids in Common Feedstuffs for Pigs*. Acta Agriculturae Scandinavica, **Section A - Animal Science**: p. 121-140.
2. Sloth, N.M., (2024). *Fodermiddeltabellen*. SEGES Innovation 2023
3. Tybirk, P., et al., (2024). *Normer for næringsstoffer (English: Nutrient recommendations)*. SEGES Svineproduktion.
4. Tybirk, P., et al., (2006). *Det danske fodervurderingssystem til svinefoder*. Danks Svineproduktion.
5. Sloth, N.M., (2023). *Fodermiddeltabellen*. SEGES Innovation 2023
6. CVB, (2018). *CVB Feed Table 2018*. Federatie Nederlandse Diervoederketen.
7. INRAE-CIRAD-AFZ, (2017-2024). *INRAE CIRAD AFZ Feed tables*. INRAE-CIRAD-AFZ.
8. NRC, (2012). *Nutrient requirements of swine: Eleventh revised edition*. National Research Council, The National Academies Press, Washington, DC, USA.
9. Stein Monogastric Nutrition Laboratory, (2008-2023). *Feed ingredient database*. University of Illinois at Urbana-Champaign
10. Sloth, N.M., et al., (2022). *Syv protein- og fem aminosyreniveauer i foder til slagtegrise*. SEGES Innovation, **Meddelelse nr. 1262**.
11. Sloth, N.M., et al., (2022). *Fire protein- og fem aminosyreniveauer i foder til smågrise*. SEGES Innovation, **Meddelelse nr. 1263**.
12. Sauer, W.C., et al., (1980). *The Influence of Diet Composition on the Apparent Digestibility of Crude Protein and Amino Acids at the Terminal Ileum and Overall in Pigs*. Acta Agriculturae Scandinavica, **30**(4): p. 449-459.
13. Schulze, H., et al., (1994). *Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs*. J Anim Sci, **72**(9): p. 2362-8.

14. Lagos, L.V. and H.H. Stein, (2017). *Chemical composition and amino acid digestibility of soybean meal produced in the United States, China, Argentina, Brazil, or India*¹. Journal of Animal Science, **95**(4): p. 1626-1636.
15. CVB, (2023). *CVB Feed Table 2023*. Federatie Nederlandse Diervoederketen.
16. University of Illinois, (2008-2023). *Feed ingredient database*. Monogastric Nutrition Laboratory, Department of animal science, University of Illinois at Urbana-Champaign.
17. Han, Y., et al., (2003). *Apparent ileal digestibility of nutrient in plant protein feedstuffs for finishing pigs*. Asian-australasian journal of animal sciences, **16**(7): p. 1020-1024.
18. Mariscal-Landín, G., et al., (2008). *Ileal digestibility of protein and amino acids from canola meal in weaned piglets and growing pigs*. Livestock Science, **116**(1): p. 53-62.
19. González-Vega, J.C. and H.H. Stein, (2012). *Amino acid digestibility in canola, cottonseed, and sunflower products fed to finishing pigs*. J Anim Sci, **90**(12): p. 4391-400.
20. Almeida, F.N., et al., (2014). *Effects of heat treatment on the apparent and standardized ileal digestibility of amino acids in canola meal fed to growing pigs*. Animal Feed Science and Technology, **187**: p. 44-52.
21. Liu, Y., et al., (2014). *Effects of protein concentration and heat treatment on concentration of digestible and metabolizable energy and on amino acid digestibility in four sources of canola meal fed to growing pigs*. J Anim Sci, **92**(10): p. 4466-77.
22. Li, P., et al., (2015). *Chemical composition, energy and amino acid digestibility in double-low rapeseed meal fed to growing pigs*. Journal of Animal Science and Biotechnology, **6**(1): p. 37.
23. Kim, K., et al., (2015). *Comparative ileal amino acid digestibility and growth performance in growing pigs fed different level of canola meal*. Journal of Animal Science and Technology, **57**(1): p. 21.
24. Liu, Y., et al., (2016). *Energy concentration and amino acid digestibility in high protein canola meal, conventional canola meal, and in soybean meal fed to growing pigs*. Animal Feed Science and Technology, **212**: p. 52-62.
25. Lei, X.J., et al., (2017). *Ileal and total tract apparent crude protein, dry matter, gross energy and amino acids digestibility of soybean meal, solvent-extracted canola meal, and corn distillers dried grain with solubles for growing pigs*. The Indian Journal of Animal Sciences, **87**(10): p. 1251–1254.
26. Adewole, D.I., et al., (2017). *Standardized ileal digestible amino acid contents of canola meal from Canadian crushing plants for growing pigs*¹. Journal of Animal Science, **95**(6): p. 2670-2679.
27. Liu, Z., et al., (2018). *Additivity of standardized ileal digestibility of amino acids in mixed diets containing multiple protein sources for growing pigs fed three crude protein levels*. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl), **102**(4): p. 1039-1052.
28. Huang, C., et al., (2018). *Effect of keratinase on ileal amino acid digestibility in five feedstuffs fed to growing pigs*. Asian-Australas J Anim Sci, **31**(12): p. 1946-1955.
29. Casas, G.A., et al., (2018). *Ileal digestibility of amino acids in selected feed ingredients fed to young growing pigs*. J Anim Sci, **96**(6): p. 2361-2370.
30. Son, A.R., et al., (2019). *Amino acid digestibility in plant protein sources fed to growing pigs*. Asian-Australas J Anim Sci, **32**(11): p. 1745-1752.
31. Park, C.S., et al., (2019). *Digestibility of amino acid in full-fat canola seeds, canola meal, and canola expellers fed to broiler chickens and pigs*. J Anim Sci, **97**(2): p. 803-812.
32. Velayudhan, D.E., et al., (2019). *Standardized ileal digestibility of amino acids in canola meal fed to gestating and lactating sows*¹. J Anim Sci, **97**(10): p. 4219-4226.
33. Oliveira, M.S.F., M.K. Wiltafsky-Martin, and H.H. Stein, (2020). *Excessive heating of 00-rapeseed meal reduces not only amino acid digestibility but also metabolizable energy when fed to growing pigs*. J Anim Sci, **98**(7).
34. Li, P., et al., (2020). *Nutritive values of double-low rapeseed expellers and rapeseed meal with or without supplementation of multi-enzyme in pigs*. Canadian Journal of Animal Science, **100**(4): p. 729-738.
35. Heyer, C.M.E., et al., (2021). *Nutrient digestibility of extruded canola meal in ileal-cannulated growing pigs and effects of its feeding on diet nutrient digestibility and growth performance in weaned pigs*. J Anim Sci, **99**(5).
36. Nørgaard, J.V., J.A. Fernández, and H. Jørgensen, (2012). *Ileal digestibility of sunflower meal, pea, rapeseed cake, and lupine in pigs*. J Anim Sci, **90** Suppl 4: p. 203-5.
37. Almeida, F.N., et al., (2014). *Digestibility by growing pigs of amino acids in heat-damaged sunflower meal and cottonseed meal*. J Anim Sci, **92**(2): p. 585-93.

38. Liu, J.D., et al., (2015). *Determination and prediction of the amino Acid digestibility of sunflower seed meals in growing pigs*. Asian-Australas J Anim Sci, **28**(1): p. 86-94.
39. Ibagón, J.A., S.A. Lee, and H.H. Stein, (2021). *Sunflower expellers have greater ileal digestibility of amino acids than sunflower meal, but there are only minor variations among different sources of sunflower meal when fed to growing pigs*. J Anim Sci, **99**(8).
40. Kasprończak, M. and A. Frankiewicz, (2004). *Apparent and standardized ileal digestibility of protein and amino acids of several field bean and pea varieties in growing pigs*. Journal of Animal and Feed Sciences, **13**(3): p. 463-473.
41. Zijlstra, R.T., K. Lopetinsky, and E. Beltranena, (2008). *The nutritional value of zero-tannin faba bean for grower-finisher pigs*. Canadian Journal of Animal Science, **88**(2): p. 293-302.
42. Presto, M.H., K. Lyberg, and J.E. Lindberg, (2011). *Digestibility of amino acids in organically cultivated white-flowering faba bean and cake from cold-pressed rapeseed, linseed and hemp seed in growing pigs*. Arch Anim Nutr, **65**(1): p. 21-33.
43. Adekoya, A.A. and O. Adeola, (2023). *Comparison of standardized ileal digestibility of amino acids in faba beans and field peas in broiler chickens and pigs*. Journal of Animal Science, **101**.
44. Cargo-Froom, C.L., et al., (2023). *Determination of standardized ileal digestibility of crude protein and amino acids and digestible indispensable amino acid score of faba beans, lentils, and yellow peas fed to growing pigs*. Canadian Journal of Animal Science, **103**(3): p. 273-281.
45. Świąch, E. and L. Buraczewska, (2005). *True ileal digestibility of amino acids of pea seeds and soyabean products estimated in pigs, rats and <i>in vitro</i>*. Journal of Animal and Feed Sciences, **14**(1): p. 179-191.
46. Stein, H.H. and R.A. Bohlke, (2007). *The effects of thermal treatment of field peas (Pisum sativum L.) on nutrient and energy digestibility by growing pigs*. J Anim Sci, **85**(6): p. 1424-31.
47. Montoya, C.A. and P. Leterme, (2012). *Validation of an in vitro technique for determining ileal starch digestion of field peas (Pisum sativum) in pigs*. Animal Feed Science and Technology, **177**(3): p. 259-265.
48. Petersen, G.I., Y. Liu, and H.H. Stein, (2014). *Coefficient of standardized ileal digestibility of amino acids in corn, soybean meal, corn gluten meal, high-protein distillers dried grains, and field peas fed to weanling pigs*. Animal Feed Science and Technology, **188**: p. 145-149.
49. Ibagón, J.A., et al., (2024). *Influence of particle size and origin of field peas on apparent ileal digestibility of starch and amino acids and standardized ileal digestibility of amino acids when fed to growing pigs*. Transl Anim Sci, **8**: p. txae008.

NAV nr.: 101982

//JAHP//

Dyregruppe: Grise, smågrise, slagtegrise, søer

Fagområde: Fodring og ernæring

Nøgleord: Fordøjelighed, proteinvurdering, aminosyrer, næringsstofindhold, basal endogen tab.

Appendiks

Fodermiddeltabel nr. 1 – SEGES Innovation (Danmark)

SEGES Innovations Fodermiddeltabel angiver fordøjeligheder af protein, aminosyrer og fosfor i forskellige fodermidler til grise. Udover fordøjeligheder, er der for hvert fodermiddel værdier for det totale indhold af f.eks. tørstof, protein, råfedt og råaske, indhold af fysiologisk energi (foderenheder) samt værdier for klimaaftryk forbundet med dyrkning og produktion af disse fodermidler [5].

Fordøjelighedsværdierne for protein og aminosyrer i SEGES Innovations Fodermiddeltabel er hovedsageligt baseret på en litteraturgennemgang af standardiserede ileale fordøjeligheder (SID) af forskellige fodermidler af Pedersen og Boisen fra 2002 [1]. Derudover blev værdier for sojaprodukter opdateret i 2016 på baggrund af resultater fra Lagos og Stein (2017) med fordøjeligheder af sojaskrå af forskellig oprindelse [14]. **Tabel A1** nedenfor viser information om antal publikationer og udgivelsestidspunkt for de publikationer, som ligger til grund for litteraturgennemgangen, der danner baggrund for fordøjelighedsværdier i Seges Innovations Fodermiddeltabel.

Tabel A1. Antal publikationer og deres årstal for publicering (gennemsnit, ældste og nyeste) for de publikationer, som indgår i litteraturgennemgang fra Pedersen og Boisen 2002 [1], der er grundlaget for hovedparten af protein- og aminosyrefordøjelighederne i SEGES Innovations Fodermiddeltabel [2].

Fodermiddel	Antal publikationer	Gennemsnitlig publiceringsårstal	Ældste publikation	Nyeste publikation
Rapsskrå	18	1992	1974	1998
Solsikkeskrå	9	1992	1984	2000
Hestebønner	3	1987	1987	1996
Ærter	7	1994	1988	1999
Sojaskrå	24	1992	1974	1999

Fodermiddeltabel nr. 2 – CVB (Holland)

CVB (Centraal Veevoerder Bureau) er en hollandsk organisation, hvis hovedaktivitet er fodermiddelvurdering og fastsættelse af energi- og næringsstofbehov i husdyrproduktionen. CVB's Fodermiddeltabel er udarbejdet af Wageningen Livestock Research (Holland) og ILVO (Belgien - flamsk forskningsinstitut for landbrug, fiskeri og fødevarer) [15].

Fordøjelighedsværdierne for protein og aminosyrer i CVB's fodermiddeltabel er baseret på litteratur publiceret mellem 1970 og 2020 af SID for protein og aminosyrer i fodermidler. Beskrivelser af bagvedliggende data fra denne gennemgang er ikke offentligt tilgængelige på nuværende tidspunkt.

Fodermiddeltabel nr. 3 – INRAE-CIRAD-AFZ (Frankrig)

Fodermiddeltabellen fra INRAE-CIRAD-AFZ er en fælles fodermiddeltabel udgivet af de tre franske organisationer, INRAE (fransk forskningsinstitut for landbrug, fødevarer og miljø), CIRAD (fransk center for landbrugsforskning og international udvikling) og AFZ (fransk sammenslutning for husdyrproduktion) [7].

Fordøjelighedsværdierne for protein og aminosyrer i fodermiddeltabellen fra INRAE-CIRAD-AFZ er baseret på SID af aminosyrer for i alt 62 forskellige fodermidler. Fodermiddeltabellen fra INRAE-CIRAD-AFZ angiver ikke ileale proteinfordøjeligheder. Fordøjelighedsværdierne er baseret på franske forsøg fra 1980'erne og 1990'erne, som blev samlet til tabelværdier sidst i 1990'erne.

Fodermiddeltabel nr. 4 – NRC (USA)

Udgivelsen Nutrient Requirements of Swine 2012 fra National Research Council (NRC 2012) beskriver energi- og næringsstofbehov hos grise og tabeller med energi og næringsstofindhold i fodermidler til grise [8].

NRC fra 2012 er baseret på en litteraturgennemgang af bl.a. SID af aminosyrer. **Tablet A2** nedenfor viser antallet af forsøgsgrupper, som ligger til grund for fordøjelighedsværdier af de fodermidler som indgår i dette notat.

Tablet A2. Antal forsøgsgrupper fra de publikationer, som indgår i litteraturgennemgang NRC 2012 [8].

Fodermiddel	Antal forsøgsgrupper
Rapsskrå	40
Solsikkeskrå	11
Hestebønner	18
Ærter	39
Sojaskrå	61

Fodermiddeltabel nr. 5 – University of Illinois (USA)

Fodermiddeltabellen fra University of Illinois er en samling af energi- og næringsstofindhold af mere end 200 fodermidler [16]. Fodermiddeltabellen indeholder gennemsnitsværdier for publicerede værdier.

Tablet A3 nedenfor viser antallet af forsøgsgrupper, som ligger til grund for fordøjelighedsværdier af de fodermidler, som indgår i dette notat.

Tablet A3. Antal forsøgsgrupper fra de publikationer, som danner grundlag for fordøjelighederne i fodermiddeltabellen fra University of Illinois [16].

Fodermiddel	Antal forsøgsgrupper
Rapsskrå	74
Solsikkeskrå	3
Hestebønner	1
Ærter	4
Sojaskrå	85

Indsamling af data fra litteratur

Udover tabelværdier fra forskellige fodermiddeltabeller, er der samlet resultater for næringsstofindhold og tilsyneladende fordøjeligheder for hestebønner, rapsskrå, ærter, solsikkekrå og sojaskrå fra litteratur publiceret efter 2002.

Første trin i fremsøgning af relevant litteratur blev gennemført ved individuel søgning for fire af de fem fodermidler (Rapeseed meal, Sunflower meal, Faba bean, Pea). Resultater fra sojaskrå, blev samlet fra de publikationer, hvor sojaskrå indgik i samme forsøg som hestebønne, rapsskrå, ærter eller solsikkekrå. Søgningen blev gennemført ved hjælp af artikeldatabasen, "Web of Science", ved en søgning på: "ileal digestibility pigs" efterfulgt af navnet på alle databaser i Web of Science.

I trin 2 blev de fremsøgte publikationer udvalgt, hvis de var publiceret i perioden mellem 2002 og 2024 (begge inkluderet) og deres relevans blev vurderet på baggrund af publikationens titel.

I trin 3 blev de fremsøgte (trin 1) og udvalgte (trin 2) publikationer downloaded og gennemgået. Her blev der yderligere frasorteret publikationer, f.eks. på grund af utilstrækkelig mængde information vedr. iblandingsprocent i forsøgsfoder, næringsstofindhold i råvarerne, antal gentagelser og SID for protein og aminosyrer. Derudover blev der frasorteret publikationer på grund af manglende adgang til det tidsskrift, hvor publikationer er udgivet.

Tabel A4 nedenfor viser information om søgning og udvælgelse af publikationer og information om de udvalgte publikationer, forsøgsgrupper og gentagelser for de publikationer, som ligger til grund for litteraturgennemgangen.

	Rapsskrå (Rapeseed meal)	Solsikkekrå (Sunflower meal)	Hestebønner (Faba bean)	Ærter (Pea)	Sojaskrå (Soybean meal)
Søgning og udvælgelse af publikationer					
Antal fremsøgte publikationer (trin 1)	268	62	80	189	-
Antal umiddelbare relevante publikationer (trin 2)	75	11	15	39	-
Antal udvalgte publikationer (trin 3)	19	5	5	12	12
Information om udvalgte publikationer					
Antal grupper i alt	46	20	8	23	18
Antal gentagelser/observationer per gruppe (minimum og max angivet i parentes)	339 (3-12)	138 (6-10)	46 (4-8)	143 (4-12)	134 (3-12)
Referencer for udvalgte publikationer	[17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35].	[19], [36], [37], [38], [39].	[40], [41], [42], [43], [44].	[36], [40], [44], [45], [46], [47], [48], [49].	[17], [19], [21], [24], [25], [36], [23], [27], [30], [40], [45], [48].

Tabeller med fodermidlers næringsstofindhold og standardiserede ileale fordøjeligheder fra forskellige datakilder (sojaskrå, hestebønner, rapsskrå, ærter, solsikkekrå)

Tablet A5. Næringsstofindhold og standardiserede ileale fordøjeligheder (SID) fra fem fodermiddeltabeller, gennemsnit for de fem fodermiddeltabeller (**Tablet**), fra publiceret litteratur 2002-2024 (**Litteratur**), fra SEGES forsøg 2024 (**SEGES Innovations egne forsøg**), samt et samlet gennemsnit, hvor Tablet, Litteratur og SEGES forsøg er vægtet med en tredjedel hver.

Sojaskrå, afskallet	SEGES	CVB	INRAE-CIRAD-AFZ	NRC	Illinois	Tablet	Litteratur	SEGES forsøg	Samlet Gns.
Indhold, g/kg tørstof									
Tørstof	872	880	879	900	886	883	895	876	885
Organisk stof	919	927	928	930	930	927	930	929	929
Råaske	81	73	72	70	70	73	69	71	71
Træstof	47	43	61	43	36	46	53	44	48
Råfedt	29	20	18	17	19	21	16	30	22
Protein (N × 6,25)	522	542	524	530	541	532	513	524	523
Aminosyrer									
Totale aminosyrer ¹	-	535	510	516	516	520	490	535	515
Essentielle aminosyrer ²	196	205	197	198	202	200	188	205	198
Ikke-essentielle aminosyrer ³	-	330	313	318	314	319	302	330	317
Lysin (Lys)	32	34	33	33	34	33	32	35	33
Treonin (Thr)	21	21	20	21	20	21	20	22	21
Methionin (Met)	7	8	8	7	7	7	6	7	7
Cystein + Cystin (Cys)	8	8	8	8	7	8	7	8	8
Tryptofan (Trp)	7	7	7	7	8	7	7	8	7
Isoleucin (Ile)	24	25	24	24	25	24	23	24	24
Valine (Val)	25	26	25	25	25	25	23	26	25
Leucine (Leu)	40	42	40	40	41	41	39	42	41
Fenylalanin (Phe)	27	28	27	27	27	27	25	28	27
Tyrosin (Tyr)	18	20	18	18	19	19	18	20	19
Histidin (His)	14	15	14	14	15	14	14	14	14
Arginin (Arg)	-	41	38	38	39	39	37	39	38
Alanin (Ala)	-	24	23	23	23	23	20	24	22
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	63	59	60	60	60	59	63	61
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	96	94	95	94	95	92	99	95
Glycin (Gly)	-	23	22	22	22	22	20	23	22
Serin (Ser)	-	28	25	26	24	26	25	28	26
Prolin (Pro)	-	28	26	28	26	27	24	27	26
Fordøjelighed (SID), %									
n grupper (#gentagelser)	24	-	-	61	85	-	18 (134)	3 (46)	-
Protein (N × 6,25)	89.5	88	-	87	88	88	88	84	87
Lysin (Lys)	90.4	90	90	89	89	90	88	87	88
Treonin (Thr)	87.7	86	87	85	85	86	84	81	84
Methionin (Met)	93.1	91	92	90	90	91	90	88	90
Cystein + Cystin (Cys)	84.1	84	87	84	84	85	81	77	81
Tryptofan (Trp)	92.2	89	89	91	86	90	88	83	87
Isoleucin (Ile)	90.4	89	90	89	89	89	87	86	88
Valine (Val)	88.6	88	89	87	87	88	85	84	86
Leucine (Leu)	90.4	88	90	88	88	89	87	86	87
Fenylalanin (Phe)	90.4	90	91	88	89	90	88	86	88
Tyrosin (Tyr)	90.4	89	92	88	89	90	88	85	87
Histidin (His)	91.3	91	91	90	91	91	89	87	89
Arginin (Arg)	-	94	94	94	95	94	94	92	93
Alanin (Ala)	-	87	87	85	85	86	83	83	84
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	88	90	87	87	88	84	84	85
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	91	91	89	89	90	87	85	87
Glycin (Gly)	-	87	86	84	87	86	85	83	84
Serin (Ser)	-	90	90	89	89	89	87	86	87
Prolin (Pro)	-	93	90	113	117	103	104	97	102

¹ Sum af alle analyserede aminosyrer

² Sum af Lys, Met, Thr, Trp, Ile, Leu, His, Phe, Val

³ Sum af Cys, Tyr, Arg, Ala, Asp+Asn, Glu+Gln, Gly, Pro, Ser

Tabel A6. Næringsstofindhold og standardiserede ileale fordøjeligheder (SID) fra fem fodermiddeltabeller, gennemsnit for de fem fodermiddeltabeller (**Tabel**), fra publiceret litteratur 2002-2024 (**Litteratur**), fra SEGES forsøg 2024 (**SEGES Innovations egne forsøg**), samt et samlet gennemsnit, hvor Tabel, Litteratur og SEGES forsøg er vægtet med en tredjedel hver.

Hestebønner	SEGES	CVB	INRAE-CIRAD-AFZ	NRC	Illinois	Tabel	Litteratur	SEGES forsøg	Samlet Gns.
Indhold, g/kg tørstof									
Tørstof	852	875	863	881	879	870	878	861	870
Organisk stof	961	961	961	961	960	961	962	968	963
Råaske	39	39	39	39	40	39	38	33	37
Træstof	96	90	88	97	89	92	85	95	90
Råfedt	21	15	14	15	23	17	18	21	19
Protein (N × 6,25)	291	307	303	308	254	293	298	295	295
Aminosyrer									
Totalt aminosyrer ¹	-	284	290	276	298	287	274	269	277
Essentielle aminosyrer ²	102	105	104	104	99	103	99	100	100
Ikke-essentielle aminosyrer ³	-	179	186	172	199	184	175	170	176
Lysin (Lys)	20	19	20	19	18	19	18	20	19
Treonin (Thr)	11	11	11	10	10	11	10	10	10
Methionin (Met)	2	2	2	2	3	2	2	2	2
Cystein + Cystin (Cys)	4	4	4	4	5	4	4	4	4
Tryptofan (Trp)	3	3	3	2	2	3	2	3	2
Isoleucin (Ile)	11	13	12	13	12	12	11	11	11
Valine (Val)	13	14	14	14	13	14	13	13	13
Leucine (Leu)	22	22	23	22	20	22	21	22	21
Fenylalanin (Phe)	13	13	13	14	14	13	13	12	13
Tyrosin (Tyr)	9	10	10	10	13	10	10	9	10
Histidin (His)	8	8	8	8	7	8	8	7	8
Arginin (Arg)	-	28	29	28	24	27	24	26	26
Alanin (Ala)	-	13	13	12	14	13	12	12	12
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	33	36	32	37	35	32	33	33
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	50	53	50	59	53	53	48	51
Glycin (Gly)	-	13	13	12	15	13	12	12	13
Serin (Ser)	-	15	15	14	17	15	14	14	15
Prolin (Pro)	-	13	13	11	15	13	14	11	13
Fordøjelighed (SID), %									
n grupper (#gentagelser)	3	-	-	18	1	-	8 (46)	1 (15)	-
Protein (N × 6,25)	80,0	82	-	79	86	82	81	74	79
Lysin (Lys)	83,2	86	87	85	92	86	84	81	84
Treonin (Thr)	78,4	80	82	78	81	80	81	73	78
Methionin (Met)	75,2	76	84	73	62	74	72	71	73
Cystein + Cystin (Cys)	75,2	66	75	62	74	70	73	53	66
Tryptofan (Trp)	74,4	72	72	64	-	71	74	62	69
Isoleucin (Ile)	79,2	83	84	81	87	83	81	77	80
Valine (Val)	78,4	81	81	78	85	81	82	75	79
Leucine (Leu)	82,4	83	85	82	89	84	83	79	82
Fenylalanin (Phe)	80,0	77	85	80	88	82	79	77	79
Tyrosin (Tyr)	76,8	78	82	82	83	80	86	72	79
Histidin (His)	84,0	84	86	79	88	84	79	78	80
Arginin (Arg)	-	92	90	90	93	91	89	85	88
Alanin (Ala)	-	79	80	78	85	80	86	73	80
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	84	86	85	89	86	88	79	85
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	88	88	88	92	89	92	80	87
Glycin (Gly)	-	79	78	76	77	78	75	69	74
Serin (Ser)	-	84	84	83	87	84	88	77	83
Prolin (Pro)	-	84	78	87	80	82	66	70	73

¹ Sum af alle analyserede aminosyrer

² Sum af Lys, Met, Thr, Trp, Ile, Leu, His, Phe, Val

³ Sum af Cys, Tyr, Arg, Ala, Asp+Asn, Glu+Gln, Gly, Pro, Ser

Tabel A7. Næringsstofindhold og standardiserede ileale fordøjeligheder (SID) fra fem fodermiddeltabeller, gennemsnit for de fem fodermiddeltabeller (**Tabel**), fra publiceret litteratur 2002-2024 (**Litteratur**), fra SEGES forsøg 2024 (**SEGES Innovations egne forsøg**), samt et samlet gennemsnit, hvor Tabel, Litteratur og SEGES forsøg er vægtet med en tredjedel hver.

Rapsskrå	SEGES	CVB	INRAE-CIRAD-AFZ	NRC	Illinois	Tabel	Litteratur	SEGES forsøg	Samlet Gns.
Indhold, g/kg tørstof									
Tørstof	886	898	890	913	889	895	900	871	889
Organisk stof	913	916	924	925	922	920	919	913	917
Råaske	87	84	76	75	78	80	81	87	83
Træstof	131	132	143	115	82	120	122	143	129
Råfedt	48	27	24	35	43	35	27	48	37
Protein (N × 6,25)	383	408	381	411	407	398	418	383	400
Aminosyrer									
Totale aminosyrer ¹	-	376	344	361	384	366	363	338	355
Essentielle aminosyrer ²	136	147	135	142	157	143	140	134	139
Ikke-essentielle aminosyrer ³	-	229	209	219	227	221	222	204	216
Lysin (Lys)	21	22	20	23	24	22	22	21	22
Treonin (Thr)	17	18	16	17	18	17	17	17	17
Methionin (Met)	8	8	8	8	9	8	8	7	8
Cystein + Cystin (Cys)	9	10	9	9	10	10	10	9	9
Tryptofan (Trp)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Isoleucin (Ile)	14	16	15	16	18	16	15	14	15
Valine (Val)	19	21	20	19	23	20	20	19	20
Leucine (Leu)	26	29	26	27	30	28	28	26	27
Fenylalanin (Phe)	15	17	15	16	17	16	15	15	15
Tyrosin (Tyr)	12	13	11	12	12	12	11	11	11
Histidin (His)	10	11	11	12	12	11	11	10	11
Arginin (Arg)	-	25	22	25	25	24	24	21	23
Alanin (Ala)	-	18	17	18	19	18	18	17	18
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	31	27	28	32	29	28	28	29
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	69	65	70	67	68	70	62	66
Glycin (Gly)	-	21	19	20	22	20	19	19	20
Serin (Ser)	-	18	17	16	15	17	17	16	17
Prolin (Pro)	-	25	23	22	25	24	25	21	23
Fordøjelighed (SID), %									
n grupper (#gentagelser)	18	-	-	40	74	-	46 (339)	1 (16)	-
Protein (N × 6,25)	76,0	73	-	74	75	74	74	68	72
Lysin (Lys)	76,8	74	75	74	72	74	77	70	74
Treonin (Thr)	76,0	71	74	70	73	73	74	65	71
Methionin (Met)	86,6	81	87	85	85	85	84	82	84
Cystein + Cystin (Cys)	81,3	70	81	74	71	76	75	63	71
Tryptofan (Trp)	75,2	71	79	71	77	75	81	65	73
Isoleucin (Ile)	78,3	75	78	76	76	77	79	70	75
Valine (Val)	76,8	72	77	74	74	75	77	69	73
Leucine (Leu)	81,3	77	82	78	79	80	81	74	78
Fenylalanin (Phe)	81,3	77	83	77	78	79	81	74	78
Tyrosin (Tyr)	79,0	75	80	77	74	77	80	67	75
Histidin (His)	82,8	80	84	78	82	81	81	78	80
Arginin (Arg)	-	84	87	85	87	86	87	81	84
Alanin (Ala)	-	76	80	77	77	78	78	73	76
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	71	76	76	73	74	74	67	72
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	84	87	84	83	84	85	81	83
Glycin (Gly)	-	74	78	78	78	77	79	68	75
Serin (Ser)	-	76	77	75	75	76	77	67	73
Prolin (Pro)	-	80	78	92	-	83	92	66	81

¹ Sum af alle analyserede aminosyrer

² Sum af Lys, Met, Thr, Trp, Ile, Leu, His, Phe, Val

³ Sum af Cys, Tyr, Arg, Ala, Asp+Asn, Glu+Gln, Gly, Pro, Ser

Tabel A8. Næringsstofindhold og standardiserede ileale fordøjeligheder (SID) fra fem fodermiddeltabeller, gennemsnit for de fem fodermiddeltabeller (**Tabel**), fra publiceret litteratur 2002-2024 (**Litteratur**), fra SEGES forsøg 2024 (**SEGES Innovations egne forsøg**), samt et samlet gennemsnit, hvor Tabel, Litteratur og SEGES forsøg er vægtet med en tredjedel hver.

Ærter	SEGES	CVB	INRAE-CIRAD-AFZ	NRC	Illinois	Tabel	Litteratur	SEGES forsøg	Samlet Gns.
Indhold, g/kg tørstof									
Tørstof	852	866	872	881	893	873	891	870	878
Organisk stof	967	968	965	968	-	967	969	968	968
Råaske	33	32	35	32	-	33	31	32	32
Træstof	63	62	64	70	-	65	65	66	65
Råfedt	23	12	14	14	45	21	13	25	20
Protein (N × 6,25)	232	234	233	252	243	239	235	230	235
Aminosyrer									
Totale aminosyrer ¹	-	223	221	239	239	231	222	210	221
Essentielle aminosyrer ²	85	83	85	90	94	87	82	81	84
Ikke-essentielle aminosyrer ³	-	139	137	149	145	142	140	129	137
Lysin (Lys)	17	17	17	19	18	18	17	17	17
Treonin (Thr)	10	9	9	9	10	9	9	8	9
Methionin (Met)	2	2	2	2	3	2	2	2	2
Cystein + Cystin (Cys)	4	3	3	4	3	3	3	4	3
Tryptofan (Trp)	2	2	2	2	3	2	2	2	2
Isoleucin (Ile)	9	10	10	11	11	10	9	9	9
Valine (Val)	11	11	11	12	12	11	10	10	11
Leucine (Leu)	16	17	17	18	19	17	16	16	17
Fenylalanin (Phe)	11	11	11	12	12	11	11	11	11
Tyrosin (Tyr)	8	8	7	7	8	8	8	7	8
Histidin (His)	6	6	6	6	6	6	6	5	6
Arginin (Arg)	-	21	20	22	21	21	19	17	19
Alanin (Ala)	-	10	10	11	11	11	10	10	10
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	27	27	29	29	28	27	26	27
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	39	38	44	42	41	41	36	40
Glycin (Gly)	-	10	10	11	11	11	10	10	10
Serin (Ser)	-	11	11	12	10	11	11	11	11
Prolin (Pro)	-	9	10	11	10	10	11	8	9
Fordøjelighed (SID), %									
n grupper (#gentagelser)	7	-	-	39	4	-	23 (143)	1 (15)	-
Protein (N × 6,25)	82,0	79	-	80	80	80	81	76	79
Lysin (Lys)	83,6	81	83	85	87	84	87	81	84
Treonin (Thr)	76,3	76	76	76	80	77	78	72	76
Methionin (Met)	80,4	74	78	77	80	78	78	75	77
Cystein + Cystin (Cys)	69,7	68	72	68	67	69	69	62	67
Tryptofan (Trp)	73,0	70	75	69	68	71	71	61	68
Isoleucin (Ile)	80,4	79	79	81	82	80	79	75	78
Valine (Val)	77,1	77	77	78	80	78	79	73	77
Leucine (Leu)	77,9	78	80	81	84	80	80	76	79
Fenylalanin (Phe)	82,0	77	80	80	84	81	80	76	79
Tyrosin (Tyr)	77,9	79	81	78	84	80	81	73	78
Histidin (His)	82,8	81	83	82	87	83	84	80	82
Arginin (Arg)	-	89	89	90	91	90	91	86	89
Alanin (Ala)	-	76	75	77	78	76	79	74	77
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	81	82	82	83	82	81	77	80
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	84	83	86	86	85	86	79	83
Glycin (Gly)	-	77	78	79	77	78	81	74	78
Serin (Ser)	-	80	79	79	81	80	82	74	78
Prolin (Pro)	-	86	78	97	76	84	61	86	77

¹ Sum af alle analyserede aminosyrer

² Sum af Lys, Met, Thr, Trp, Ile, Leu, His, Phe, Val

³ Sum af Cys, Tyr, Arg, Ala, Asp+Asn, Glu+Gln, Gly, Pro, Ser

Tabel A9. Næringsstofindhold og standardiserede ileale fordøjeligheder (SID) fra fem fodermiddeltabeller, gennemsnit for de fem fodermiddeltabeller (**Tabel**), fra publiceret litteratur 2002-2024 (**Litteratur**), fra SEGES forsøg 2024 (**SEGES Innovations egne forsøg**), samt et samlet gennemsnit, hvor Tabel, Litteratur og SEGES forsøg er vægtet med en tredjedel hver.

Solsikkeskrå	SEGES	CVB	INRAE-CIRAD-AFZ	NRC	Illinois	Tabel	Litteratur	SEGES forsøg	Samlet Gns.
Indhold, g/kg tørstof									
Tørstof	900	891	904	904	908	901	911	904	905
Organisk stof	927	926	928	933	920	927	930	926	927
Råaske	73	74	72	67	80	73	71	75	73
Træstof	191	206	196	204	-	199	272	194	222
Råfedt	22	21	14	32	21	22	24	39	28
Protein (N × 6,25)	389	390	404	441	379	401	355	371	376
Aminosyrer									
Totale aminosyrer ¹	-	360	368	401	323	363	318	361	347
Essentielle aminosyrer ²	128	129	132	137	121	129	117	132	126
Ikke-essentielle aminosyrer ³	-	232	236	263	202	233	201	229	221
Lysin (Lys)	14	14	14	16	13	14	14	15	14
Treonin (Thr)	14	14	15	15	13	14	13	15	14
Methionin (Met)	9	9	9	9	8	9	8	9	8
Cystein + Cystin (Cys)	6	7	7	5	6	6	6	6	6
Tryptofan (Trp)	5	5	5	5	5	5	4	6	5
Isoleucin (Ile)	16	16	17	17	15	16	14	16	15
Valine (Val)	19	19	20	19	19	19	18	19	19
Leucine (Leu)	24	25	25	27	23	25	22	25	24
Fenylalanin (Phe)	17	18	18	18	17	18	15	18	17
Tyrosin (Tyr)	9	10	9	9	8	9	8	10	9
Histidin (His)	10	10	10	10	9	10	9	10	10
Arginin (Arg)	-	32	33	37	28	32	27	31	30
Alanin (Ala)	-	17	17	18	16	17	16	17	17
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	36	36	39	31	36	31	35	34
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	75	78	91	65	77	68	73	73
Glycin (Gly)	-	22	23	23	20	22	20	24	22
Serin (Ser)	-	17	17	18	13	16	13	17	16
Prolin (Pro)	-	17	17	22	15	18	13	16	16
Fordøjelighed (SID), %									
n grupper (#gentagelser)	9	-	-	11	3	-	20 (138)	1 (15)	-
Protein (N × 6,25)	84,0	80	-	81	78	81	74	79	78
Lysin (Lys)	80,6	79	83	78	73	79	77	80	78
Treonin (Thr)	82,3	80	82	77	75	79	74	78	77
Methionin (Met)	89,0	88	90	89	88	89	86	88	88
Cystein + Cystin (Cys)	84,8	77	82	82	74	80	69	78	76
Tryptofan (Trp)	84,8	83	84	80	80	82	80	79	81
Isoleucin (Ile)	83,2	83	84	80	80	82	77	82	80
Valine (Val)	82,3	81	82	79	79	81	76	81	79
Leucine (Leu)	83,2	81	85	80	80	82	79	82	81
Fenylalanin (Phe)	84,8	82	87	81	82	83	81	84	83
Tyrosin (Tyr)	83,2	83	88	84	80	84	88	79	84
Histidin (His)	84,8	82	85	85	79	83	80	82	82
Arginin (Arg)	-	92	93	93	90	92	90	91	91
Alanin (Ala)	-	78	82	72	77	77	75	80	77
Asparaginsyre (Asp+Asn)	-	81	83	77	77	79	76	81	79
Glutaminsyre (Glu+Gln)	-	88	90	86	87	88	84	89	87
Glycin (Gly)	-	73	75	70	66	71	62	72	68
Serin (Ser)	-	82	83	76	75	79	73	78	76
Prolin (Pro)	-	86	87	81	121	94	73	98	88

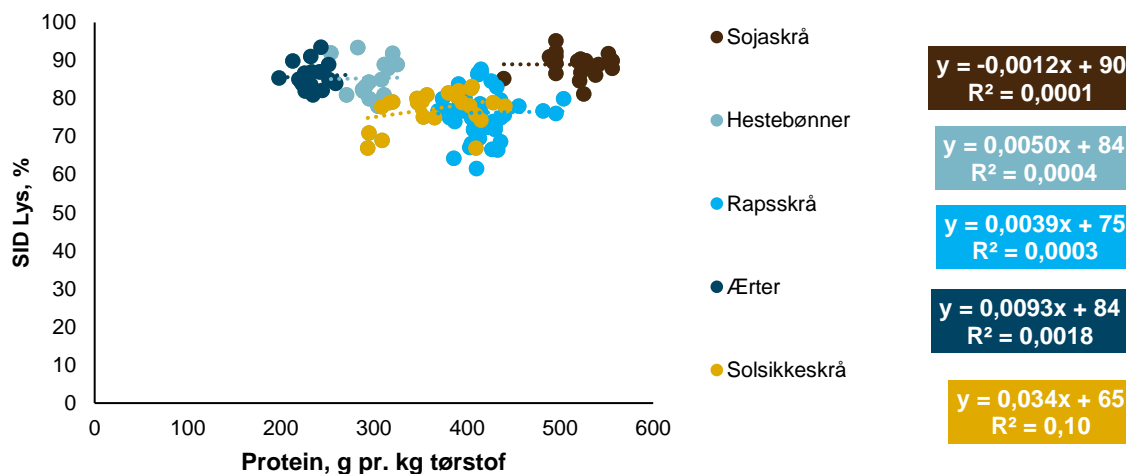
¹ Sum af alle analyserede aminosyrer

² Sum af Lys, Met, Thr, Trp, Ile, Leu, His, Phe, Val

³ Sum af Cys, Tyr, Arg, Ala, Asp+Asn, Glu+Gln, Gly, Pro, Ser

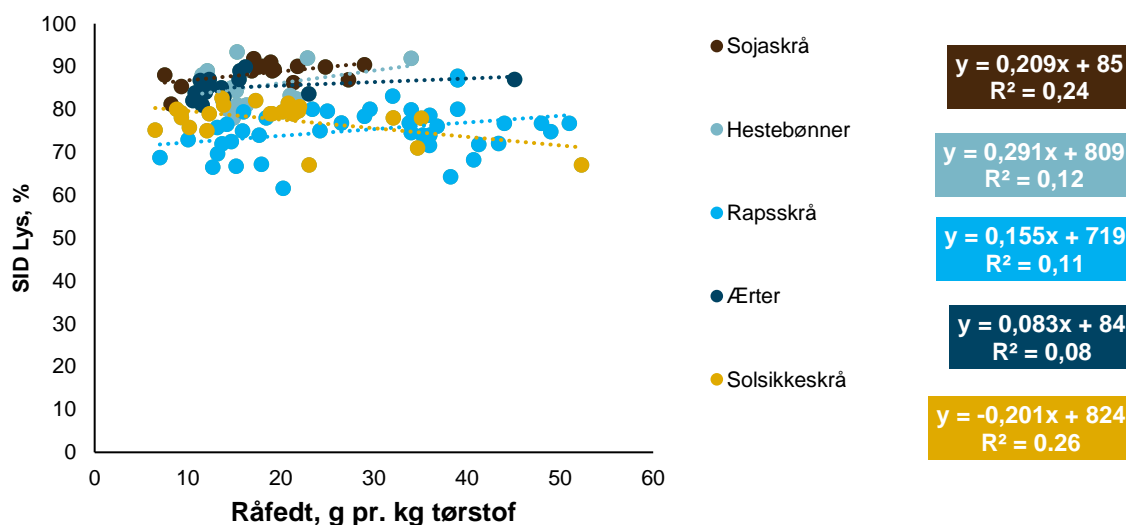
Figurer med lineære sammenhænge mellem fodermidlers næringsstofindhold og standardiserede ileale fordøjeligheder fra forskellige datakilder (sojaskrå, hestebønner, rapsskrå, ærter, solsikkekrå)

Figur A1



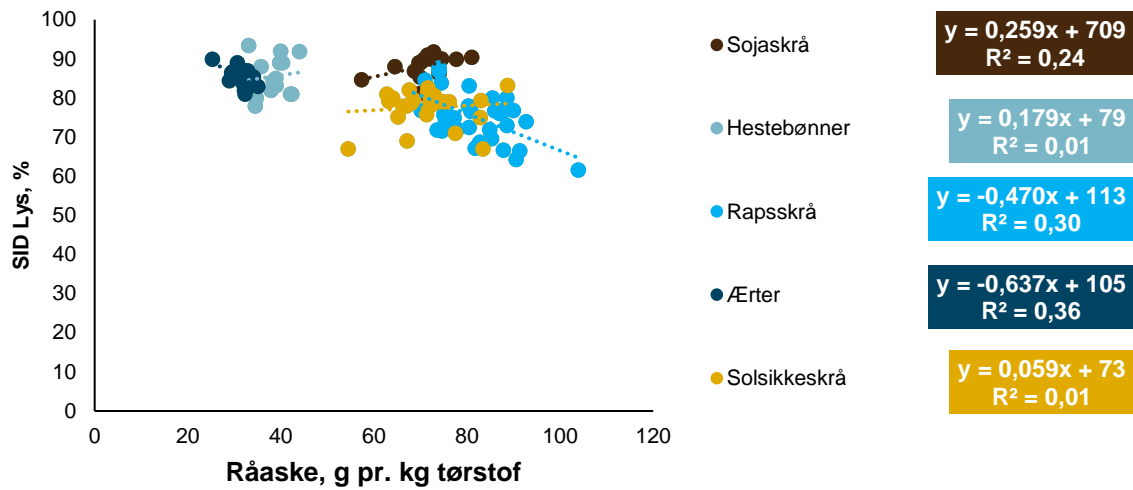
Figur A1. Lineære sammenhænge mellem fodermidlernes indhold af protein (N × 6,25) og standardiseret ileal fordøjelighed (SID) af lysin (Lys) på baggrund og indsamlet litteratur fra 2002 til 2024 og fem fodermiddeltabeller (SEGES, CVB, INRAE-CIRAD-AFZ, NRC 2012 og University of Illinois).

Figur A2



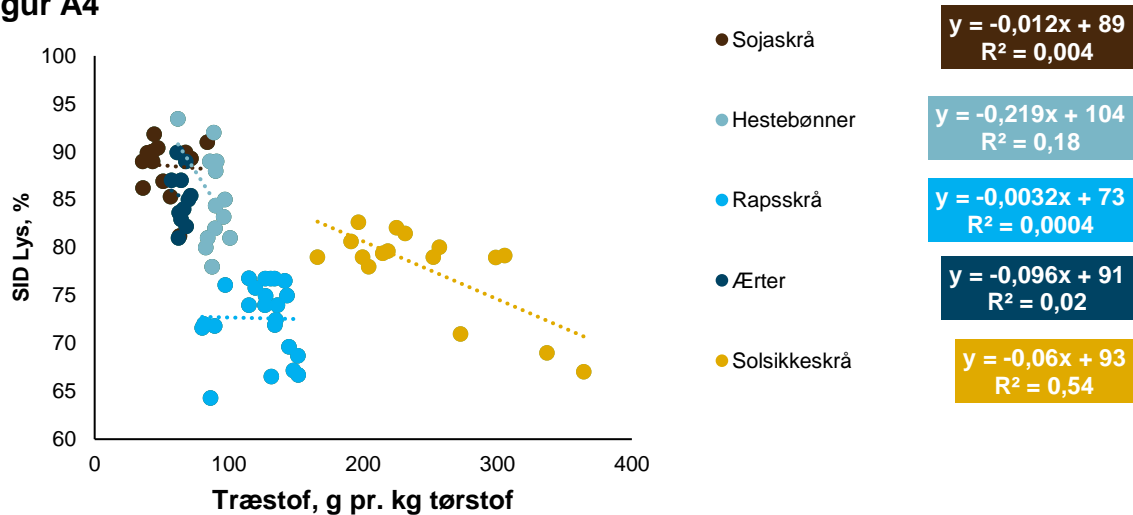
Figur A2. Lineære sammenhænge mellem fodermidlernes indhold af råfedt og standardiseret ileal fordøjelighed (SID) af lysin (Lys) på baggrund og indsamlet litteratur fra 2002 til 2024 og fem fodermiddeltabeller (SEGES, CVB, INRAE-CIRAD-AFZ, NRC 2012 og University of Illinois).

Figur A3



Figur A3. Lineære sammenhænge mellem fodermidlernes indhold af råaske og standardiseret ileal fordøjelighed (SID) af lysin (Lys) på baggrund og indsamlet litteratur fra 2002 til 2024 og fem fodermiddeltabeller (SEGES, CVB, INRAE-CIRAD-AFZ, NRC 2012 og University of Illinois).

Figur A4



Figur A4. Lineære sammenhænge mellem fodermidlernes indhold af træstof og standardiseret ileal fordøjelighed (SID) af lysin (Lys) på baggrund og indsamlet litteratur fra 2002 til 2024 og fem fodermiddeltabeller (SEGES, CVB, INRAE-CIRAD-AFZ, NRC 2012 og University of Illinois).