

Alkohol i ensilage

Ved E. J. Nørgaard Pedersen

790. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

På statens forsøgsstation ved Ødum er i 1965-66 foretaget bestemmelse af alkohol i ensilage med henblik på eventuel korrektion i forbindelse med tørstofbestemmelsen. Analysemetoden er udarbejdet af vid. assistent, agronom *Norman Witt* og vid. assistent, lic. agro. *E. J. Nørgaard Pedersen*. Beretningen er udarbejdet af sidstnævnte.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Indledning

Det har længe været kendt, at ensilage indeholder større eller mindre mængder alkohol. Ved sædvanlig tørstofbestemmelse må det antages, at alkohol fordampes praktisk taget kvantitativt. Dette betyder, at hvis der ikke udføres alkoholbestemmelse i ensilagen i forbindelse med forsøg, vil alkoholen ved tabsberegningen indgå i tabet af tørstof og organisk stof. Både her og i udlandet har man dog hidtil været tilbøjelig til at se bort fra alkoholbestemmelse ved forsøg med roetop, græs og lignende afgrøder, vel væsentligst ud fra den betragtning, at der kun er tale om ubetydelige mængder, men også ud fra den anskuelse, at alkoholen ikke kan tillægges nogen foderværdi (se f.eks. *Folke Jarl* 1947). Derimod er det ved forsøg med ensilering af bederoer fundet nødvendigt at bestemme alkoholindholdet, der kan være meget højt — op til ca. 2 % — og korrigere ensileringstabt herfor (*Tidssk. f. Planteavl* 1958).

Nogle orienterende undersøgelser ved statens forsøgsstation ved Ødum i sommeren 1965 har imidlertid vist, at også ensilage af græs og roetop indeholder ret betydelige mængder alkohol, hvorfor det besluttedes at bestemme alkohol i et større antal ensilageprøver. Resultatet af analyser i 152 ensilager er meddelt i det følgende.

Metodik

Den anvendte analysemetode er en modifikation af en af *Erik Olsen* (1949) beskrevet metode. Af arbejdsmæssige grunde var det vigtigt, at alkoholbestemmelsen delvis kunne kombineres med be-

stemmelsen af flygtige syrer og mælkesyre og iøvrigt blev så enkel som muligt. Fremgangsmåden er følgende:

100 g ensilage roteres ca. 2 timer i en 1000 ml Stohmannkolbe med ca. 800 ml vand. Herefter fyldes til mærket med vand, omrystes og filtreres gennem et tørt vatfilter. Filtratet benyttes til syrebestemmelse og alkoholbestemmelse.

Til alkoholbestemmelsen bringes 150 ml filtrat over i en 500 ml rundkolbe, tilsættes 2 ml kaliumborat (a) og lidt paraffinpipsten (b). Der lukkes med en gummiprop, hvorigennem er ført et ombøjlet glasrør, der med en gummimanchet forbindes med en spiralkøler. Kolben anbringes på luftbad, og der overdestilleres nøjagtig 100 ml i en 100 ml målekolbe med krave. Destillatet overføres til en 500 ml rundkolbe (NB: Ingen efterskyling), tilsættes 50 ml kromsyreopløsning (c) og lidt pipsten, hvorefter kolben anbringes på luftbad og forbindes med en tilbagesvaler. Blandingen bringes i kog og holdes svagt kogende i ca. 7 minutter, hvorved alkohol iltes til eddikesyre. Efter iltningen skylles tilbagesvaleren med 25 ml vand. Når tilbagesvaleren er afdryppet, forbindes rundkolben igen med destillationsopsatsen, og der afdestilleres nøjagtigt 100 ml på 15 ± 2 minutter. Destillatet titreres i CO₂-fri atmosfære (gennembobling med CO₂-fri luft) med NaOH (d), idet fenolphthalein (e) benyttes som indikator.

Reagenser

a. Kaliumborat. 150 g KOH og 200 g H₃BO₃ opløses i vand ad 1000 ml.

- b. Paraffinpimpsten. 20 g fast paraffin smeltes på vandbad. Tilsættes derpå 80 g granuleret pimpsten, hvorpå omrøres, indtil paraffinen er absorberet.
- c. Kromsyreopløsning. 100 g $K_2Cr_2O_7$ + 300 ml konc. H_2SO_4 + H_2O ad 1000 ml.
- d. NaOH, ca. 0.06 n.
- e. Fenolftalein. 1 % alkoholisk opløsning.

Apparatur

Destillationsopsats, rundkolber og målekolber er de samme, som benyttes ved syrebestemmelsen (Nørgaard Pedersen 1965), idet destillationsopsatsen dog ikke har skilletragt i gummiproppen.

indhold og titeren var udpræget retlinet med korrelationskoefficienten 0,99994, og sikkerheden var tilfredsstillende, idet spredningen beregnes til 0,0064 % ethanol. Ud fra formlen kan beregnes, at den titrerede eddikesyremængde svarer til 66,8 % af prøvens ethanolindhold. Det bemærkes, at metoden ikke er specific for ethanol, idet andre neutrale stoffer, der kan iltes til eddikesyre eller en anden flygtig syre, vil medregnes i alkoholindholdet.

Resultater

Resultatet af alkoholanalyser i 129 græsensilager og 23 roetopensilager er vist i nedenstående tabel.

| Ensileringsmetode | Antal prøver | g alkohol pr. 100 g tørstof | | | |
|---|--------------|-----------------------------|-------|--------|---------|
| | | gns. | højst | lavest | spredn. |
| Kløvergræs- og græsensilage | | | | | |
| ens. frisk uden tilsætning | 39 | 1,37 | 2,79 | 0,61 | 0,53 |
| ens. frisk tilsat melasse | 22 | 1,26 | 2,40 | 0,62 | 0,56 |
| ens. fortørret uden tilsætning | 15 | 0,91 | 2,17 | 0,34 | 0,56 |
| ens. fortørret tilsat melasse | 10 | 0,76 | 1,88 | 0,30 | 0,51 |
| ens. frisk eller fort. tils. AIV-syre | 17 | 1,15 | 2,01 | 0,47 | 0,42 |
| forskellige metoder | 26 | 1,19 | 2,23 | 0,64 | 0,43 |
| alle græsensilager | 129 | 1,18 | 2,79 | 0,30 | 0,53 |
| Roetopensilage | | | | | |
| ens. uden tilsætning | 23 | 0,42 | 0,83 | 0,25 | 0,15 |

Som tilbagevaler er en spiralkøler af samme art, som benyttes i destillationsopsatsen, velegnet.

Beregning

Alkoholindholdet beregnes som ethanol af følgende formel

$$\% C_2H_5OH = 0,4596n T,$$

hvor n er normaliteten af NaOH og T titeren i ml. Den mængde eddikesyre, der overdestilleres og titreres, svarer kun til en vis procentdel af prøvens alkohol, idet der ved den benyttede destillationsmetode kun overdestilleres en bestemt brøkdel af den dannede eddikesyre, hvortil kommer, at iltingen af alkohol til eddikesyre muligvis ikke er 100 % kvantitativ, og desuden iltes knapt 100 ml af alkoholdestillatet, idet målekolben ikke skylles. Beregningsformlen er derfor fastlagt empirisk ud fra 64 blindforsøg med opløsninger indeholdende fra 0,067 til 2,000 % ethanol. Regressionen mellem prøvens ethanol-

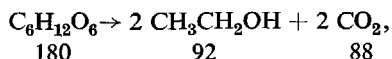
Det ses, at græsensilagerne gennemsnitlig har indeholdt 1,18 g alkohol pr. 100 g tørstof. Fortørring eller tilsætning af AIV-syre eller melasse synes at reducere alkoholindholdet noget, men for alle ensileringsmetoder gælder, at variationen er stor. I roetopensilage er alkoholindholdet langt lavere.

Ved Oskar-Kellner instituttet i Rostock har Weisbach og Laube (1964) fundet et alkoholindhold i ensilage af lucerne, rødkløver, græs o.l. af tilsvarende størrelse. I ensilage af mere sukkerrige afgrøder som majs og sukkerroer fandtes et langt højere indhold. Ved tilsætning af sukker (glucose) ved ensileringen kunne alkoholindholdet i ensilage og græsafgrøder forøges meget betydeligt.

Som nævnt må alkoholen formodes at fordampe ved tørstofbestemmelsen, og ved analyse af ialt 12 græsensilager, der i frisk tilstand indeholdt $1,43 \pm 0,63$ g alkohol pr. 100 g tørstof,

viste det sig da også, at dette indhold ved tørring reduceredes til $0,16 \pm 0,04$ g pr. 100 g tørstof, svarende til at ca. 90 % af alkoholen er fordampet. At der overhovedet fandtes alkohol i den tørrede ensilage skyldes formentlig, at andre stoffer ved den benyttede analysemetode indgår i alkoholindholdet.

Ensilagerens alkoholindhold kan synes ret beskeden, men er dog af en sådan størrelse, at det kan være af betydning både for vurdering af foderværdien og især ensileringstab. Af det teoretiske skema for alkoholgæringen



hvor tallene under formlerne angiver vægten af de reagerende stoffer, ses, at alkoholens vægt kun andrager højst 51,2 % af vægten af det sukker, den er dannet ud fra. Dette betyder, at hvis der f.eks. er dannet en alkoholemængde på 2,00 g pr. 100 g nedlagt tørstof, svarer hertil et tørstof-tab på 3,91 %, hvilket ofte vil være en væsentlig del af det samlede tørstof-tab. Men det er langt fra givet, at der til dette tørstof-tab svarer et tab i foderværdi af tilsvarende størrelse, idet tabet af termisk energi ved alkoholgæringen er ganske ringe, kun ca. 3 % af energien i det omsatte stof. D.v.s. at der til et tørstof-tab på 3,91 % kun svarer et energitab på ca. 0,12 %. Lignende anskuelser er fremsat af *Weissbach* og *Laube* (1964) *Laube* (1967a). De gør dog opmærksom på, at der ved opfodringen af ensilagen sikkert må regnes med et tab af alkohol ved dyrenes ånding, hvilket naturligvis resulterer i en lavere nytteeffekt af alkoholen. Det er derfor og af flere andre årsager usikkert, hvilken værdi alkoholen rettelig må tillægges, men det synes helt klart, at ensilagens tørstoffindhold bør korrigeres for alkoholindhold, og indtil forholdene er nærmere undersøgt forekommer det naturligt simpelthen at korrigere med alkoholens vægt. Af de to ovennævnte artikler og flere andre (*Laube* 1967 b, *Weissbach* 1967 a og b) fremgår, at denne fremgangsmåde anvendes ved Oskar-Kellner instituttet.

Resume

Ved analyser i 129 græsensilager er fundet et ikke ubetydeligt alkoholindhold, i gennemsnit

1,18 g pr. 100 g tørstof, men variationen er stor, idet den andrager 0,30-2,79 g pr. 100 g tørstof. I 23 roetopensilager fandtes kun fra 0,25 til 0,83 g pr. 100 g tørstof, gennemsnitlig 0,42 g.

Det er påvist, at en ret væsentlig del af tørstof-tabet ved ensilering kan tilskrives kuldioxydudvikling ved alkoholgæring og fordampning af alkohol ved tørstofbestemmelsen. Da alkohol utvivlsomt har en betydelig foderværdi, modsvarer dette tørstof-tab ikke af et tab af foderværdi af samme størrelse.

Summary

Alcohol in silage

Analysis in 129 samples of grass silage and 23 samples of beet top silage have shown a considerable content of alcohol, in average 1,18 and 0,42 g pr. 100 g of dry matter for grass silage and beet top silage respectively. It is pointed out that an important part of the dry matter loss in ensiling may be ascribed to evolution of carbon dioxide by alcohol fermentation and evaporation of alcohol during dry matter determination. This loss of dry matter, however, does not mean a corresponding loss of feeding value, since ethanol undoubtedly has considerable value as a nutrient.

Litteraturhenvisninger

- Jarl, Folke*, 1947: Metodik vid ensileringsförsök. Nord. Jordbrugsf. 1947, s. 284.
- Laube, W.* 1967 a: Zur Problematik der Silierung zuckerreicher Futterstoffe unter besonderer Berücksichtigung der Alkoholbildung. D A L, Berlin, Tagungsbericht Nr. 92
- Laube, W.* 1967 b: Die Wirkungsweise von Sulfiten als Zusatz bei der Grünfuttersilierung. D A L, Berlin, Tagungsbericht. Nr. 92.
- Nørgaard Pedersen, E. J.*, 1965: Bestemmelse af flygtige syrer, mælkesyre og ammoniak i ensilage. Tidsskr. f. Planteavl, 69 bd., s. 418-24.
- Olsen, Erik*, 1949: Studies on the instestinal flora of infants. (Disputats). S. 103.
- Tidsskr. f. Planteavl* 1958: Forsøg med ensilering af bederoer. 584. medd. 62. bd., s. 549.
- Weissbach, F.* 1967 a: Die Beeinflussung des Gärverlaufes in Maissilagen durch Zusatz von N P N-Verbindungen. D A L, Berlin, Tagungsbericht Nr. 92.
- Weissbach, F.* 1967 b: Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Sicherungszusätze. D A L, Berlin, Tagungsbericht Nr. 92.

Weisbach, F. og Laube, W., 1964: Beiträge zur Methodik der Gärfutteruntersuchung und zur Durchführung von Silierversuchen. II Mitteilung: Die

Bestimmung des Alkoholgehaltes im Gärfutter. Landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen, 10. s. 65.