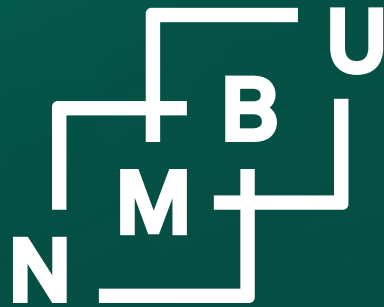




Norwegian  
University of  
Life Sciences

- Erlend Økland
- Effekt av enzymer på fordøyelighet av ensilert gras
- 26. mars 2025

# Effekt av enzymer på fordøyelighet av ensilert gras

---

# Bakgrunn

Formål: Undersøke effekt av enzymer og maursyre på fordøyelighet av ensilert gras

Hypotese: Bruk av enzymer og maursyre kan øke fordøyeligheten til grovfôr

# Metode

Timotei høstet sent og behandlet med maursyre og/eller enzymer

- Ingen maursyre (Na)
- Maursyre (Fa)
- Cellic Ctec2 (CCT); enzymblanding med hemicellulaser og cellulaser
- Laccase (La); bygger opp eller bryter ned lignin, avhengig av omstendighetene
- Hemicellulase (He); bryter ned hemicellulose
- Cellulase (Ce); bryter ned cellulose

# Metode

Fordøyelighet målt *in vitro* med ANKOM DaisyII incubator, hvor graset legges i nylonposer og inkuberes i vomvæske

Kjemisk analyser:

- Før inkubering: organisk stoff (OS), nøytralløselig fiber (NDF) og råprotein
- Etter inkubering: OS og NDF

Beregninger:

- Forsvinning av tørrstoff (TS), OS og NDF
- Nedbrytingskinetikk for TS, OS og NDF

# Metode

Sekvensiell NDF analyse for å undersøke hvilke deler av NDF som blir nedbrutt

- Analysen deler NDF opp i hemicellulose, cellulose og lignin

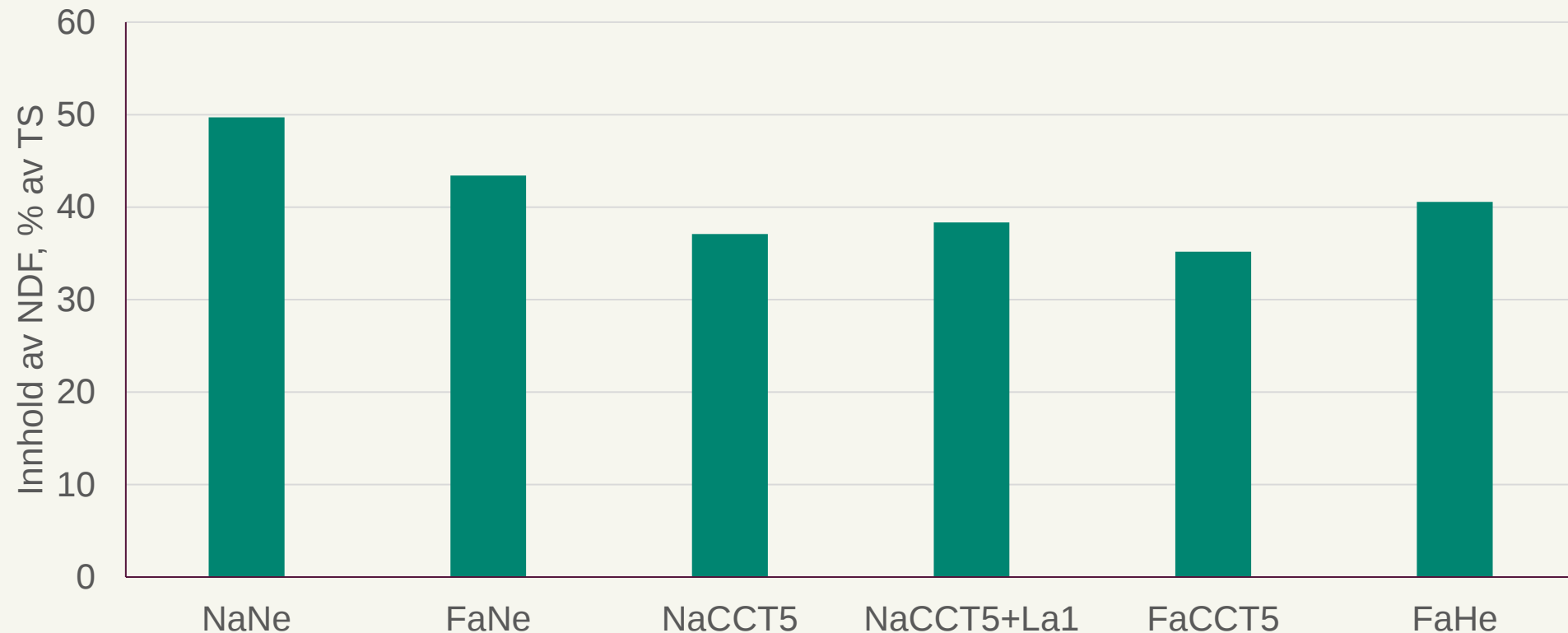
Analyse av vannløselige karbohydrater (WSC) og melkesyre

- 1 prøve fra 7 av 10 behandlinger pga begrenset tid og ressurser

Statistikk:

- Modell med behandling som fast effekt
- Kontraster mellom grupper

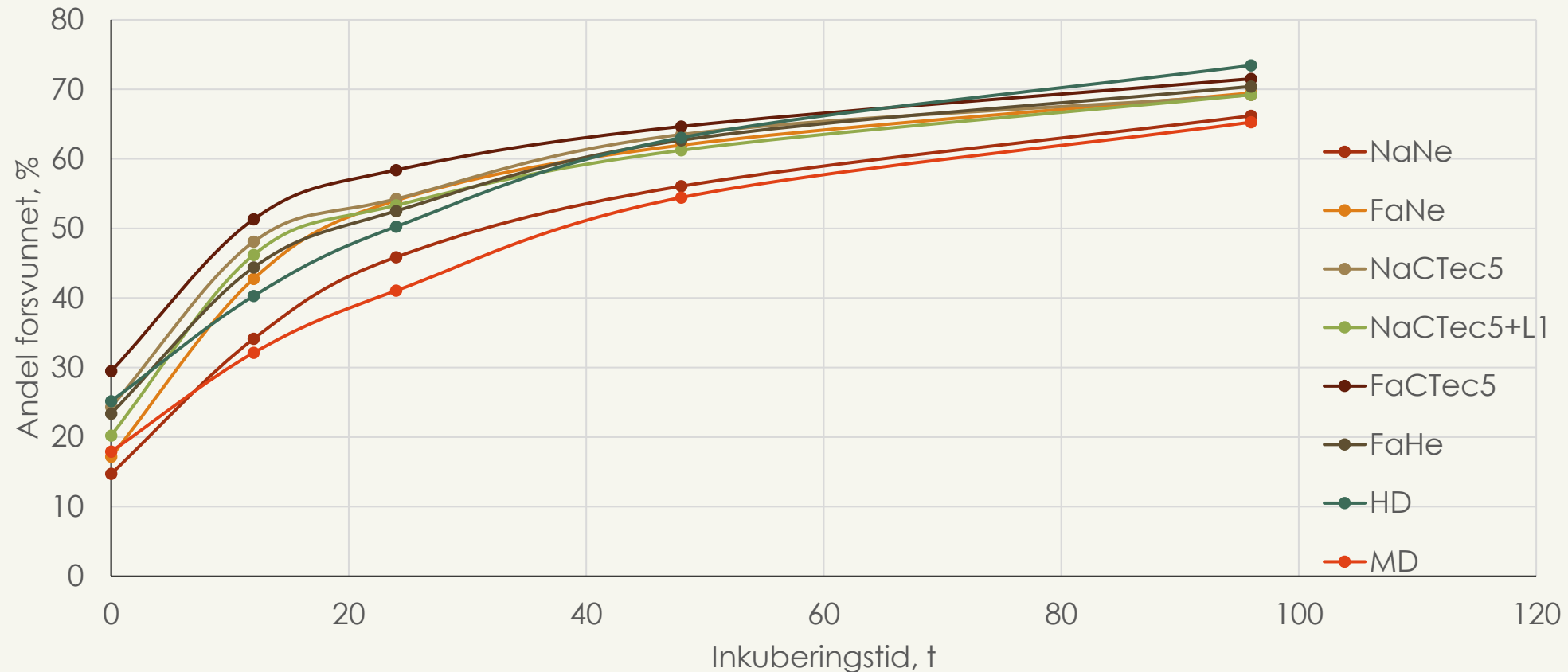
# Resultat – Kjemisk innhold av NDF



Lavere innhold av NDF ( $p < 0.05$ ) i behandlinger med enzym

Lavere innhold av NDF ( $p < 0.05$ ) for maursyre (FaNe) enn kontrollen (NaNe)

# Resultat – Forsvinning av TS

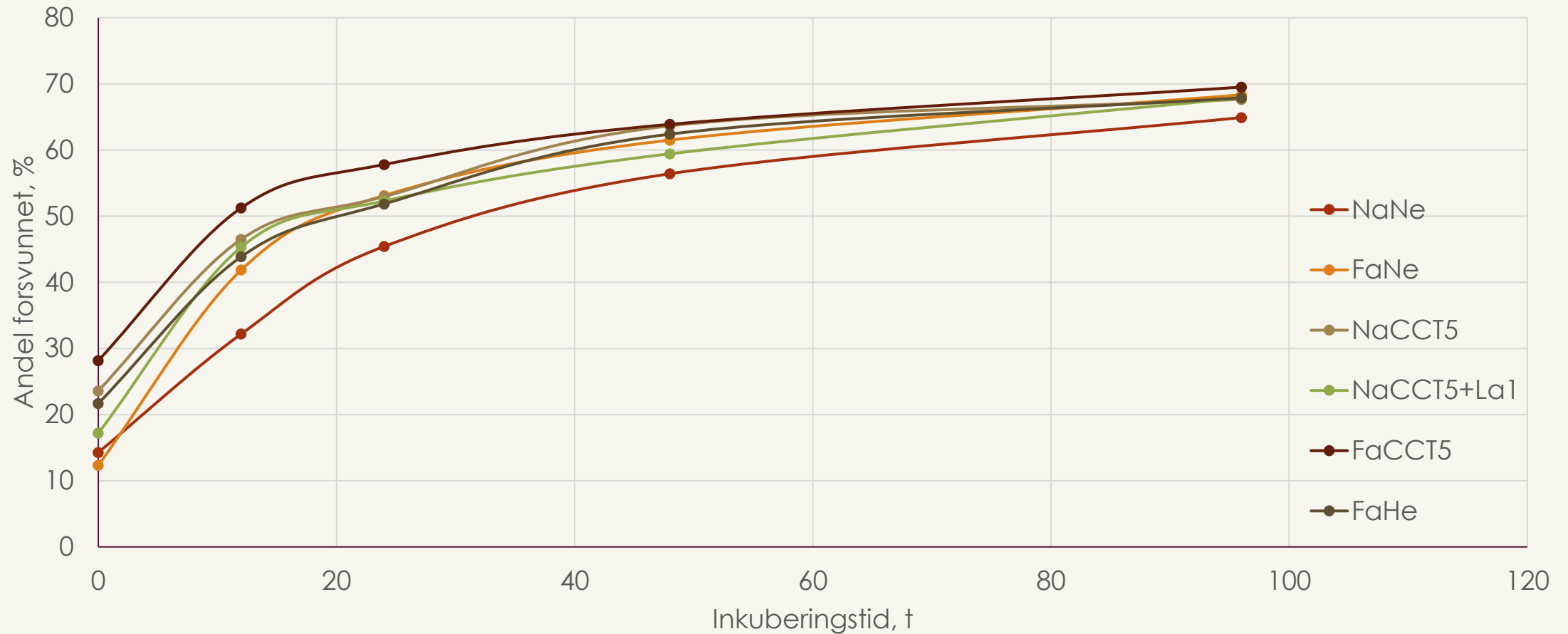


Enzymer og maursyre økte forsvinning ( $p < 0.05$ )

Enzymer økte ( $p < 0.05$ ) løselig (S)-fraksjon og reduserte ( $p < 0.05$ ) potensielt nedbrytbar (pd)-fraksjon

Maursyre reduserte ( $p < 0.05$ ) ufordøyelig (I)-fraksjonen

# Resultat – Forsvinning av OS



Enzymer og maursyre økte ( $p < 0.05$ ) forsvinning

Enzymer økte S ( $p < 0.05$ ) og reduserte pd ( $p < 0.05$ )

Enzymer trendvis økte kd ( $p = 0.0585$ )

# Native NDF og total NDF

NDF forsvinning målt på to måter

Vanlig NDF forsvinning gav dårlig visualisering av hva som skjer med fiber under ensilering

Får det til å se ut som at behandlingene reduserer fiberfordøyelighet

Enzymene bryter ned lettfordøyelig NDF, slik at resterende NDF er mer tungtfordøyelig

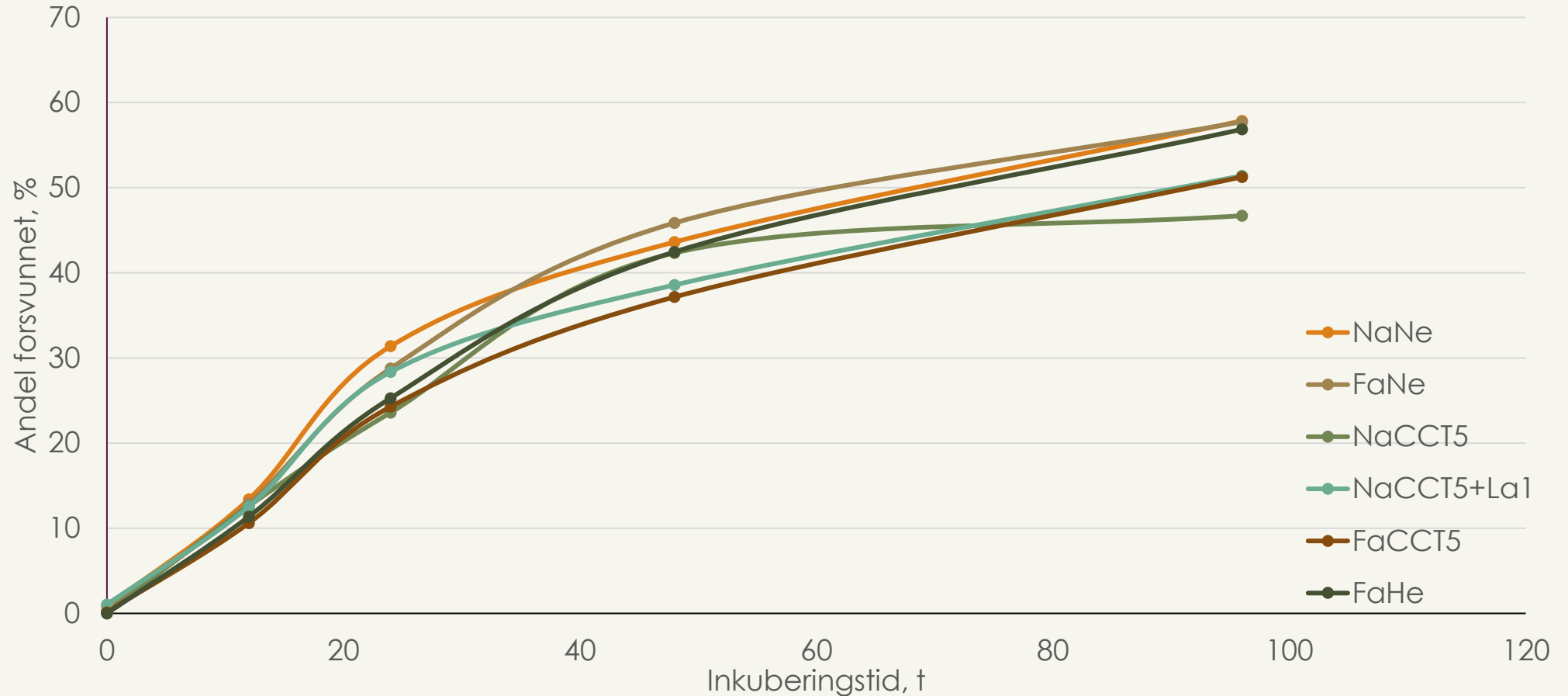
## Native NDF

- Basert på analytisk innhold av NDF i hver enkelt prøve
- Gjenværende NDF etter ensilering
- Ekskluderer NDF som er nedbrutt under ensilering

## Total NDF

- Utgangspunktet er NDF i ubehandlet prøve (NaNe)
- Tar høyde for NDF som er nedbrutt under ensilering
- Beskriver ikke om ekstra NDF som forsvinner stammer fra intakte karbohydrater eller fermenteringsprodukt

# Resultat – Forsvinning av native NDF

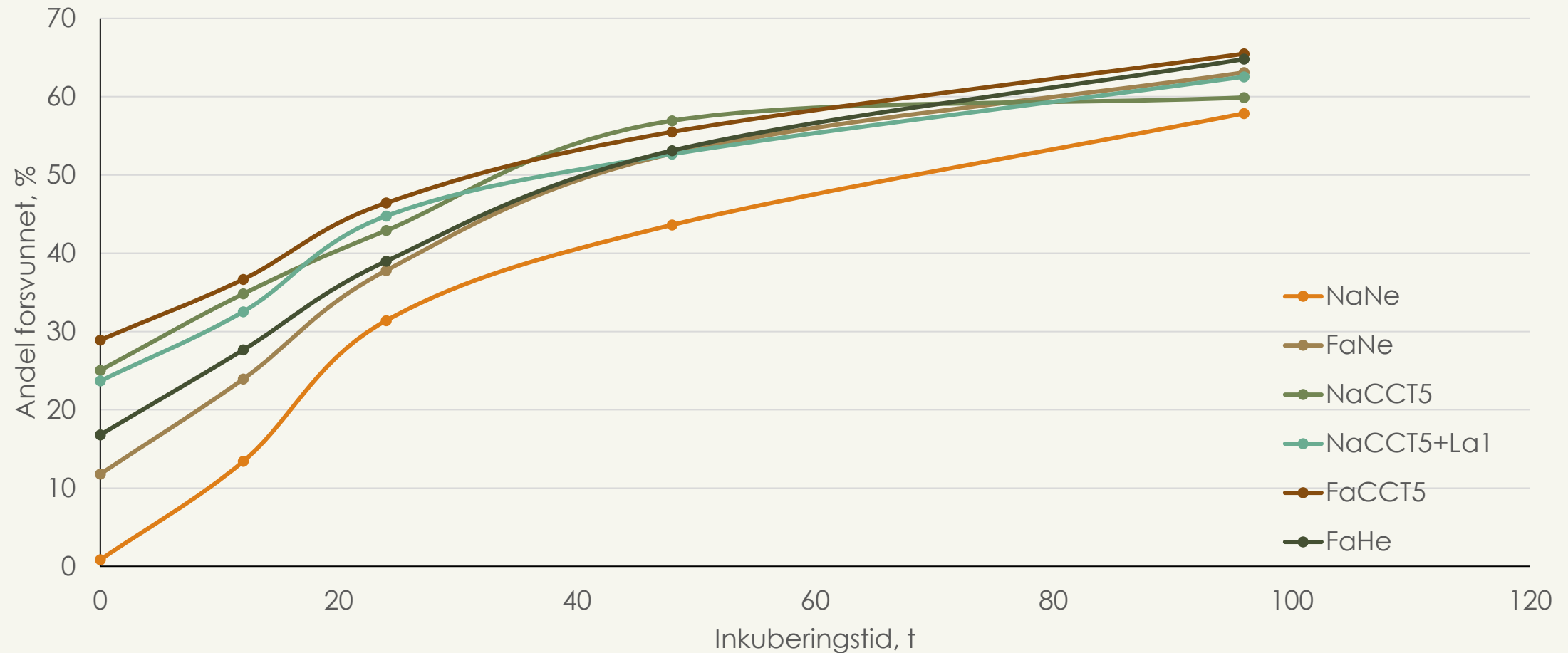


Enzymbehandlinger hadde redusert ( $p < 0.05$ ) forsvinning fra 12 timer og oppover

Maursyre økte ( $p < 0.05$ ) pd og reduserte I ( $p < 0.05$ )

Enzymbehandlinger hadde trendvis ( $p < 0.10$ ) redusert pd og økt I

# Resultat – Forsvinning av total NDF



Maursyre økte forsvinning ( $p < 0.05$ ) ved 96 timer og reduserte I ( $p < 0.05$ ) og kd ( $p < 0.05$ )

Enzymer økte forsvinning ( $p < 0.05$ ) opptil 48 timer, økte S ( $p < 0.05$ ) og reduserte pd ( $p < 0.05$ )

- S representerer ikke intakt NDF

# Resultat – Sekvensiell NDF, WSC og melkesyre

Alle fraksjoner av NDF ble redusert, sammenlignet med ubehandlet prøve

- Varierte hva som ble redusert mest, av hemicellulose, cellulose og lignin

Reduksjon av NDF ble delvis forklart av økt WSC og melkesyre, men ikke helt

- NDF kan ikke bli borte, men må heller bli til andre ting
- NDF må ha blitt til andre ting enn kun WSC og melkesyre

Alle behandlinger økte WSC, men i varierende grad

Lavere melkesyreinnhold i behandlinger med maursyre, enn uten maursyre

Burde også vært analysert for VFA og alkohol

# Diskusjon

Redusert NDF i behandlinger med enzym og maursyre indikerer at behandlingene førte til nedbryting av NDF under ensilering

Økt forsvinning for TS, OS og total NDF for behandlingene indikerer økt fordøyelighet

Men, DaisyII beskriver hvor mye som har forsvunnet fra posen

- In vitro gas produksjon trengs for å fortelle om det som forsvinner blir fordøyd
- Ble ikke gjort pga mangel på tid og ressurser

Økt pd og redusert I for native- og total NDF for maursyrebehandlinger kan indikere at maursyre reduserte INDF og gjorde mer NDF tilgjengelig

# Konklusjoner

Maursyre og enzymer økte fordøyelighet og brøt ned NDF, men i ulike mengder

Maursyre og enzymer økte fordøyelighet av TS og OS alene, og med synergisk effekt ved kombinasjon

Forsvinning av native NDF ble redusert av maursyre og enzymer

Maursyre tilsynelatende reduserte iNDF og gjorde mer av NDF tilgjengelig for nedbrytning

Behandlingene brøt ned ulike deler av NDF

Forsøket bekreftet hypotesen om at enzymer og maursyre kan øke fordøyeligheten til grovfôr

# Betraktninger

Lovende resultater for forsvinning, men det trengs bedre bilde på hva som skjer med NDF

- Analyse av sekvensiell NDF, WSC, melkesyre, flyktige fettsyrer (VFA) og alkohol
- Hva brytes ned av NDF, og hva blir det til?
- Er det forskjeller mellom enzymer?

Blir det som forsvinner faktisk fordøyd?

- *In vitro* gassproduksjon kunne gitt svar

Ble ikke gjort i dette forsøket pga mangel på tid og ressurser

# Betraktninger

Selv om det var positive resultater i dette forsøket så har andre forsøk vist variert effekt

Mulige årsaker til variasjon:

- Tap til pressaft
- Andre forsøk bruker siloer, mens mitt forsøk brukte vakuumposer
- Ingen pressaft i mitt forsøk

# Betraktninger

Effekt av fortørking, TS% og optimal TS% for enzymer

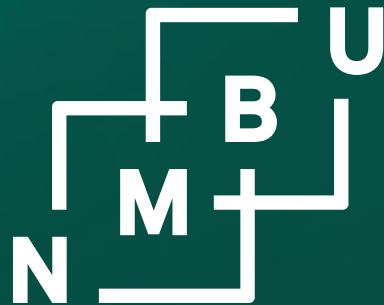
- Hindres tap gjennom pressaft?
- Blir effekten av enzymene redusert ved mer fortørking?

Påvirker typen enzymer som er brukt?

- Noen enzymer bryter lange polysakkarider til kortere polysakkarider, mens andre produserer di- og monosakkarid
- Blir tap til pressaft påvirket av om NDF blir til polysakkarider eller di- og monosakkarider?

Enzymer har potensial, men flere forsøk kreves for å undersøke krav og forutsetninger for å få best resultat

Hva blir kostnaden for økt fordøyelighet?



Norwegian  
University of  
Life Sciences