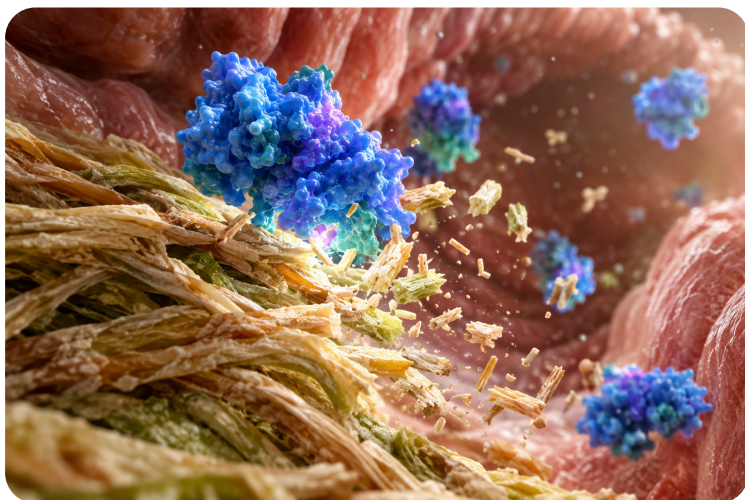


**Case 2**

Højere udbytte af dyrefoder

Om Novonesis

I denne case skal I forestille jer, at I er en del af et forskerteam hos Novonesis. Hos Novonesis producerer vi blandt andet enzymer til industriel anvendelse, som kan hjælpe vores kunder med at producere mere med mindre miljøbelastning. Vi er verdens førende inden for biologiske løsninger. Sammen med vores kunder og partnere arbejder vi med at forbedre deres industrielle ydeevne for på den måde at kunne reducere deres CO₂-udledning, som er vigtig i forhold til bæredygtighed og klima.

Bæredygtighed er højt på vores agenda. Faktisk så højt, at vores strategi er inspireret af FN's Verdensmål for bæredygtig udvikling. I de senere år er det blevet tydeligere og tydeligere, at den måde, vi alle bruger vores planets naturlige ressourcer på, skal ændres.

Vores ambition i Novonesis er at støtte op om verdensmålene og muliggøre ansvarligt forbrug og produktion samt nedbringe anvendelsen af vand og kemikalier. Vi er på en rejse mod CO₂-neutralitet i 2050 forpligtet til høje standarder og ambitiøse handlinger for at nedbringe vores aftryk på klima, vand og cirkulær affaldshåndtering.

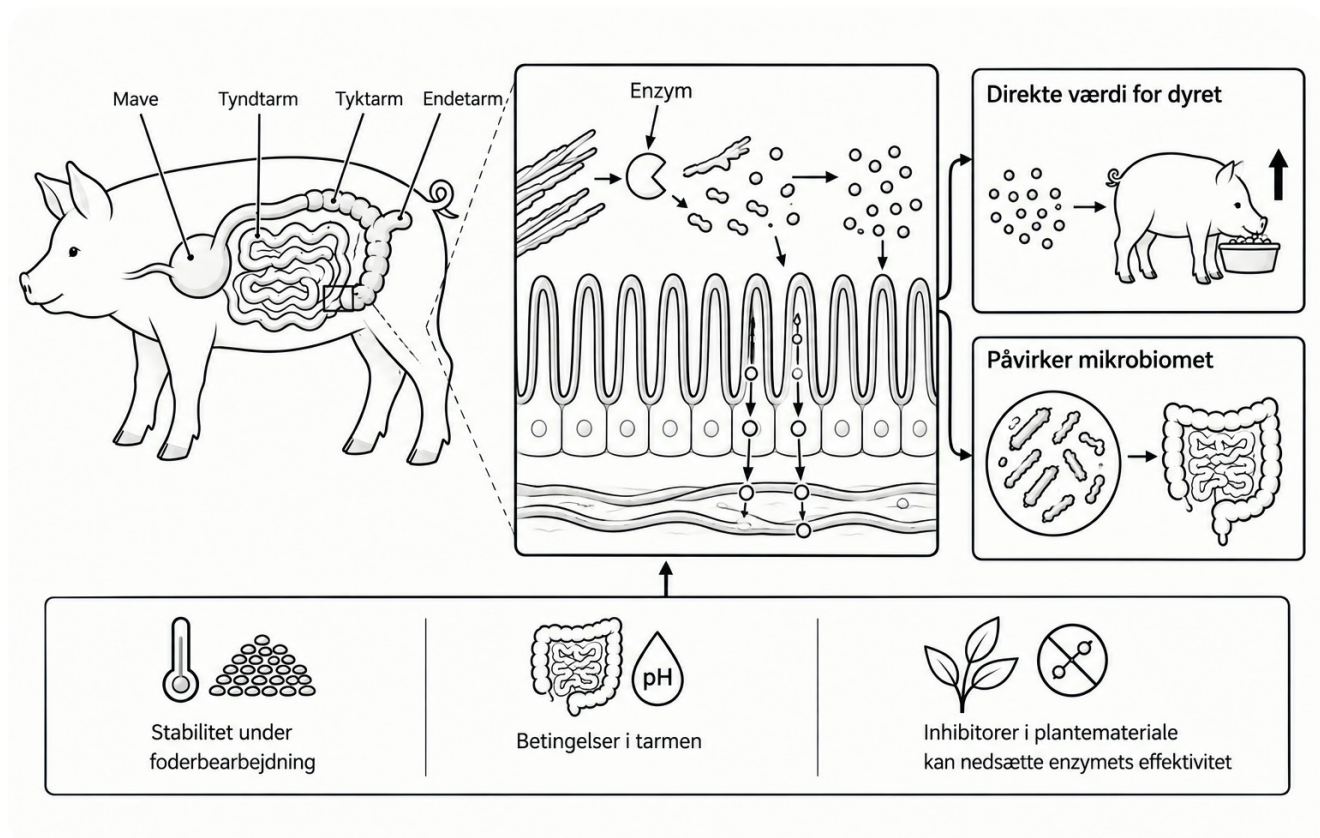
I Novonesis mener vi, at innovation er vejen til kommerciel succes, og at det er vigtigt hele tiden at have de bedste og mest effektive enzymer på markedet. Udvikling af nye forbedrede enzymer er både komplekst og spændende. Vi samarbejder med mange forskellige industrier, f.eks. mad- og drikkevareindustrien, brændstofindustrien, vaskeindustrien samt landbrug- og dyrefoderindustrien.

Enzymer kan anvendes inden for mange forskellige områder, og kan f.eks. gøre vaskemiddel mere virksom ved lavere temperaturer eller sikre, at brødet i supermarkedet forbliver blødt og spiseligt i længere tid. Der er netop et større behov for en mere bæredygtig fødevare- og foderproduktion, eftersom vi bliver flere og flere mennesker på jorden, og dermed er der flere munde at mætte.

Case

For landmanden vil en bedre foderudnyttelse både betyde en kommerciel gevinst samt en øget bæredygtighed af produktionen ved sparede ressourcer, som er til gavn for miljøet på samme måde som elbiler, vindmøller og solceller. Der er således mange fordele ved at optimere dyrenes udnyttelse af foderet. Ved at tilsætte enzymer til dyrefoder kan man hjælpe dyret med at fordøje ellers ufordøjelige komponenter af foderet.

Når enzymerne virker i tarmen, vil deres nedbrydningsprodukter potentielt både have direkte værdi for dyret ved at optage mere næring, men også potentielt ændre dyrets mikrobiom og derigennem øge tarmens funktionalitet. Et eksempel på sådan et enzym er GH11 xylanase. Se figur 1 herunder.



Figur 1: Skitse af grisens fordøjelsessystem samt de faktorer, der kan tænkes at påvirke foderudnyttelsen. Billedet er AI-genereret.

Xylanase er et enzym, der kan spalte xylan. Xylan er en polymer primært opbygget af xylose og arabinose, hvor xylosemolekylerne er bundet sammen af $-(1,4)$ -glykosidbindinger. Til nogle af xylosemolekylerne sidder monosakkaridet arabinose bundet via $-(1,2)$ - og $-(1,3)$ -glykosidbindinger. Størrelsen og strukturen af xylan afhænger af den specifikke plantesort, men generelt består xylan polymere af 150–200 monosaccharid-enheder. Xylan er et ikke-stivelsesholdigt polysaccharid i bl.a. hvede. Det findes som en del af planterens cellevægge og er derfor til stede i det meste plantebaserede foder, f.eks. kornprodukter.

Majs, hvede, rug og byg er nogle ofte anvendte foderressourcer. Tilsættes xylanase til kornbaseret dyrefoder, vil xylan og andre ikke-stivelsesholdige polysaccharider heri kunne nedbrydes. Viskositeten i dyrenes tyktarm vil dermed mindskes, og næringsstofoptagelsen og foderudnyttelsen vil øges.

I udvikling af nye kosttilskud til dyr er det interessant at vide noget om f.eks. enzymets stabilitet under foderbearbejdning, hvordan enzymaktiviteten påvirker betingelser i dyretarmen, eller hvordan enzymerne reagerer på forskellige faktorer. Hvis dyr spiser plantemateriale, der indeholder inhibitorer, kan et enzyms effektivitet blive sænket. Dette er eksempler på nogle af de faglige udfordringer, som I i jeres forskerteam hos Novonesis skal undersøge.

Problemstilling

Som forskere i Novonesis skal I forsøge at levere et nyt optimeret enzym til brug i dyrefoder. Enzymet, der skal optimeres, er GH11 Xylanase (PDB: 3WP6). Der er allerede lavet nogle forsøg med effekten af en række mutationer (se tabel 1). Baseret på disse resultater, og jeres generelle viden om enzyms opbygning og egenskaber, skal I designe jeres bud på den optimale version af xylanase.

Hjælpe spørgsmål

I jeres bestræbelse på at besvare ovenstående problemformulering kan I tage udgangspunkt i nedenstående spørgsmål, når I udformer jeres videnskabelige poster. Det er ikke nødvendigt at svare på alle spørgsmål.

1. Forklar, hvorfor Novonesis er interesseret i at optimere xylanase under inddragelse af FN's Verdensmål.
2. Forklar, hvorfor der stadig kan være næring tilgængeligt i dyrefoder, efter det har passeret dyrenes tarmsystem.
3. Forklar, hvordan xylanase kan hjælpe med at gøre stivelse lettere tilgængeligt i dyrenes tarmsystemer. Forklar overordnet set, hvordan xylanase kan virke som en katalysator i nedbrydningen af fibre. Illustrér gerne dette ved at vise proteinstrukturen med substrat og produkt for xylanase f.eks. via visualiseringsprogrammet Pymol.
4. Vurdér, hvordan en eller flere af de mutationer, som er nævnt i tabel 1, vil påvirke enzymets egenskaber (f.eks. termostabilitet, katalytisk effekt og enzymaktivitet).
5. Diskutér, hvordan kendte (tabel 1) eller nye ukendte mutationer ville kunne optimere xylanasens egenskaber. Illustrér dette ved at lave en Michaelis-Menten-kurve for det eksisterende xylanase samt en xylanase med en mutation. Hvilke antagelser er nødvendige at gøre for at konstruere en sådan Michaelis-Menten-kurve?

Tabel 1: Oversigt over kendte mutationer og deres effekt samt reference til studiet, der undersøger dette.