

Staffan Svärd är professor och prefekt vid Institutionen för cell- och molekyärbiologi, ICM, vid Uppsala universitet – en biologisk forskningsinstitution med många skilda forskningsprojekt där såväl biologiska kunskaper som kunskaper från andra discipliner tas tillvara.



Den moderna biologin

Forskningsprojekt som syftar till att studera biologi på olika nivåer involverar idag ofta även andra discipliner, som kemi, fysik, data, medicin, teknik och matematik. Detta uppmärksammas här genom en inblick i den forskning som pågår vid Institutionen för cell- och molekyärbiologi (ICM) vid Uppsala universitet.

Text: Staffan Svärd, professor i mikrobiologi och prefekt vid Institutionen för cell- och molekyärbiolog, Uppsala universitet
E-post: staffan.svard@icm.uu.se

Linné introducerade begreppet biologi redan 1736 och ordets betydelse har sedan dess förändrats ju mer vi har lärt oss om livet och levande organismer. Allmänheten förknippar ofta dagens biologi med studier av växter och djur och man ser biologi som ett homogent, naturvetenskapligt forskningsområde, mycket liknande det som Linné jobbade med på 1700-talet. Bilden är dock inte helt korrekt.

Biologi är idag uppdelat i många olika delområden där man studerar biologi och livet på olika nivåer. Det är vanligt att man använder metoder och kunskap från andra vetenskapsområden för att förstå biologiska problem (se figuren på sidan 5) och de som ingår i forskargrupperna har ofta sin bakgrund i olika discipliner. Många av de stora upptäckterna i den nya biologin uppkommer i gränsområdena mellan biologi och andra klassiska områden som kemi, fysik, data, medicin, teknik och matematik.

Dagens unga biologer måste därför ha bra kunskaper i dessa ämnen. Detta får de på universitetsnivå i exempelvis civilingenjörsprogrammet i molekyär bioteknik vid Uppsala universitet. Programmet var först i Sverige med att

blanda kurser från olika områden och det har varit framgångsrikt. Inte minst reflekteras det av att liknande program sedan dess har startats vid de flesta av de stora svenska universiteten.

Men redan under högstadie- och gymnasieåren bör de olika ämnesområdena integreras så mycket som möjligt. Här finns stor potential för utveckling av undervisningen. Elever som exempelvis är fysik- eller dataintresserade kan i framtiden jobba med biologiska problem men många gånger är man inte medveten om det. Framtiden är redan här inom biologin och grunden till en bra biologisk forskning i Sverige ligger i att man blir bättre på att integrera olika ämnen inom grund- och gymnasieskolan.

Institutionen för cell- och molekyärbiologi (ICM) vid Uppsala universitet är ett exempel på en biologisk forskningsinstitution som fokuserar sin forskning och undervisning på många av de expansiva interdisciplinära områdena. Verksamheten är just nu uppdelad i sju olika program där forskare med gemensamma intressen inom forskning och undervisning är samlade. Dessa beskrivs kortfattat i de färgade rutorna på nästa sida. ▶

Inriktningar vid en biologisk forskningsinstitution

Verksamheten vid Institutionen för cell- och molekylärbiologi (ICM) vid Uppsala universitet är uppdelad i sju forskningsprogram, här sammanfattade i sju rutor.

Kemisk biologi

Arbetet i gränssnittet mellan kemi och biologi ökar vår kunskap om processer i cellen på molekylär nivå. Biologer undersöker effekten av biomolekyler för att förstå vad som händer i cellen och hur celler kommunicerar medan kemister designar molekylära uppfinningar för att påskynda eller bromsa specifika biologiska processer. Inom kemisk biologi arbetar kemister och biologer tillsammans för att förstå hur biomolekylerna fungerar. Exempel på forskningsområden är RNA-molekylers roll som enzymer och de molekylära mekanismerna bakom reumatism och allergier.

Molekylär systembiologi

Här studerar man de molekylära mekanismerna för genreglering och utarbetar fysikaliska modeller för hur gener slås av och på för att uttrycka mRNA som sedan översätts till protein. Centrala frågeställningar är hur cellen koordinerar hur mycket den behöver av olika molekyler och hur snabbt dessa molekyler kan hitta varandra i cellen. Man är intresserad av de fysikaliska begränsningarna för hur snabbt regulatoriska molekyler kan finna rätt DNA-sekvens och hur noggrant RNA kan översättas till protein. För att svara på dessa frågor används ett batteri av känsliga mätmetoder, som "single-molecule-tracking" i levande celler, röntgenkristallografi med mera och forskarna utvecklar metoder för exempelvis mikroskopi och beräkningsbiologi.

Struktur- och molekylärbiologi

Forskningen har en grund inom strukturbiologi, molekylärbiologi och biokemi. Man studerar en rad olika grundläggande biologiska processer från proteinsyntes, enzymkatalys och proteinevolution till proteinveckning, uppbyggnad av komplexa strukturer och antibiotikaresistens. Man är också starkt engagerade i syntetisk biologi och i utveckling av nya läkemedel för att behandla tuberkulos.

Molekylär biofysik

Här finns en stark koppling till fysik och man arbetar inom området strukturbiologi. Man studerar interaktioner mellan fotoner och materia under extremt korta tidsskalor och vid extremt starka fotonintensiteter och utnyttjar dessa interaktioner för att avbilda celler och biologins minsta byggstenar. Man använder sig av stora anläggningar för frielektronlaserstudier i USA och Tyskland. Dessa anläggningar används framförallt av fysiker för grundläggande forskning inom fysik men ICM har utvecklat metoder för biologiska studier. Forskningen berör fotosyntes och kolfixering i marina mikroorganismer, mestadels från vattnen kring polarområdena samt strukturen av gigantiska virus.

Mikrobiologi

Mikrobiologin har förändrats mycket de senaste tio åren eftersom man nu kan studera organismer som inte kan odlas i laboratoriemiljö, vilket uppskattningsvis gäller för över 99 procent av alla mikroorganismer på jorden. Nya tekniker inom storskalig DNA-sekvensering, RNA- och proteinanalyser, cellseparation och mikroskopi har gjort det möjligt att studera det som är svårt eller omöjligt att odla. Men ofta använder man så kallade modellorganismer, organismer som kan odlas i labbmiljö och genetiskt modifieras, för att förstå hur mikroorganismer fungerar. Forskningsprojekten finns inom både prokaryot (bakterier och arkéer) och eukaryot mikrobiologi och ämnesområden som berörs är bland annat infektionsbiologi och protozoer, genomik och evolution av encelliga eukaryoter, antibiotikaresistens, RNA-biologi, det adaptiva immunsystemet CRISPR-Cas och dess tillämpningar, toxin-antitoxinsystem och mycket annat.

Bioinformatik och beräkningsbiologi

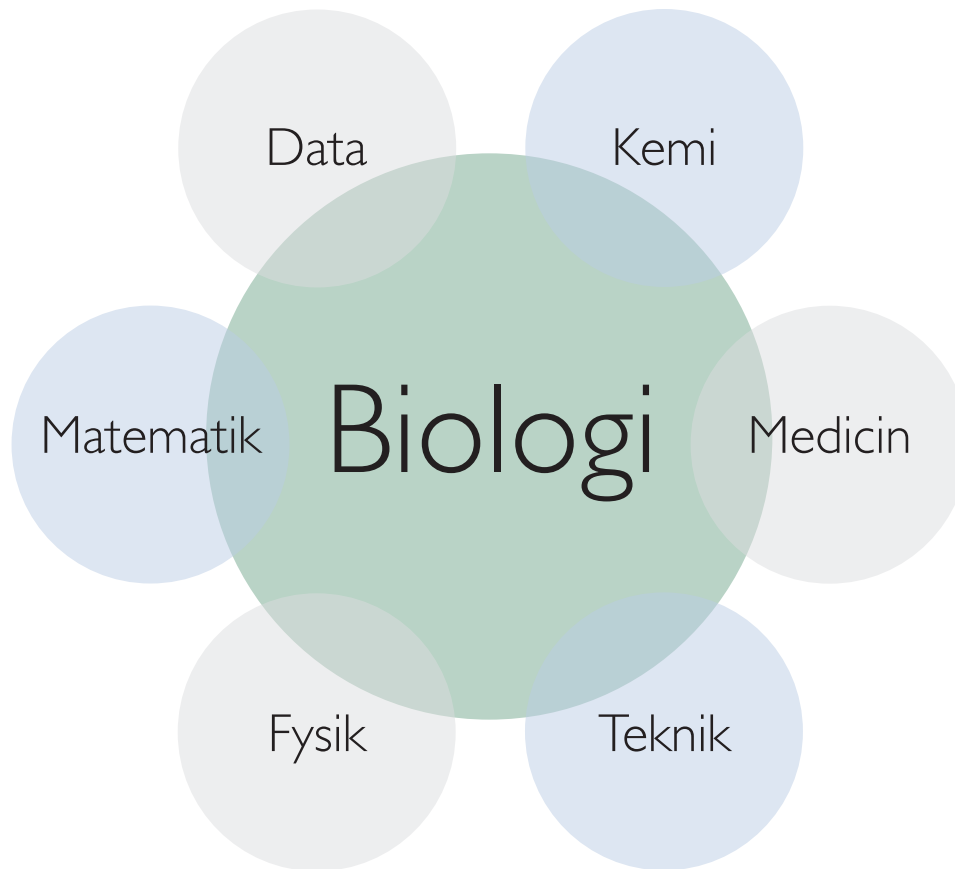
Forskningen omfattar beräkningsbiologi, med inriktning på strukturbiologi och biokemi, samt bioinformatik. Redskapen är kraftfulla datorer och dataprogram som används för att förstå biologiska processer. Bland annat utvecklar man simuleringsprogram för molekylärdynamik, som kan användas för att förstå hur biomolekyler som membranproteiner och RNA-molekyler ser ut och fungerar. Man gör beräkningsanalyser, simuleringar och förutsägelse av makromolekylära funktioner och interaktioner baserade på strukturell information. Man använder strukturberäkningar för att studera effekter av mutationer och utvecklar system för proteinklassificering. Projekten omfattar exempelvis studier av cellulära nyckelenzymer samt struktur-baserad läkemedelsdesign och det finns stark koppling till forskning inom läkemedelsindustrin.

Molekylär evolution

Forskningen kretsar runt de evolutionära processer på molekylär nivå som formar livet för organismer, framförallt mikroorganismerna, på jorden. Forskningen är fokuserad på studier av uppkomsten av sjukdomsframkallande mikroorganismer, av symbiotiska relationer mellan två eller fler organismer, av de unika funktionella egenskaperna hos arkéer och av utvecklingen av den eukaryota cellen. Det är stora frågor man försöker besvara: Hur uppstod och utvecklades liv? Hur anpassar sig organismer och frodas i så vitt skilda miljöer som inuti insekter och i varma källor? Vad gör vissa bakterier skadliga medan andra lever inuti våra kroppar utan att orsaka sjukdomar? Grunden till forskningen är moderna tekniker för DNA-sekvensering och bioinformatiska analyser av genomsekvenser. Metodutveckling för att kunna arbeta med mycket små mängder av biologiskt material ingår.

Läs mer om de olika forskningsprojekten vid ICM i en populärvetenskaplig skrift där forskare berättar om de senaste upptäckterna. Skriften kan laddas ner från Bioresurs hemsida: www.bioresurs.uu.se/pdf/forsk-karportratt_ICM.pdf





Den moderna biologin med angränsande områden. Många av de stora upptäckterna görs i gränsområdena mellan de olika vetenskapsfälten.

Den moderna biologins delområden

- *Biofysik*: undersökning av biologiska processer genom fysik. Man tillämpar teorier och metoder som traditionellt används i de fysiska vetenskaperna.
- *Bioinformatik*: användning av informationsteknik för studier, insamling och lagring av genetiska och andra biologiska uppgifter
- *Biokemi*: studier av kemiska reaktioner som krävs för att livet ska existera och fungera
- *Biomatematik (eller beräkningsbiologi)*: kvantitativa eller matematiska studier av biologiska processer med tonvikt på modellering, datorbaserad forskning
- *Bioteknik*: studier av biologi med inriktning mot tillämpningar och industri
- *Cellbiologi*: studier av cellen som en komplett enhet samt de molekylära och kemiska interaktionerna inom en levande cell
- *Evolutionsbiologi*: studier av ursprung och härkomst av organismtyper och arter över tiden
- *Genetik*: studier av gener och ärftlighet
- *Immunologi*: studier av immunsystemet i alla organismer. Immunologi har tillämpningar inom många olika medicinska discipliner
- som organtransplantation, onkologi och infektionssjukdomar.
- *Infektionsbiologi*: biologisk förståelse av infektioner – en blandning av mikrobiologi och immunologi
- *Kemisk biologi*: spänner över områdena kemi, biologi och fysik. Man tillämpar kemiska tekniker, verktyg och analyser samt ofta föreningar som framställs genom syntetisk kemi för studier och manipulering av biologiska system.
- *Mikrobiologi*: studier av mikroorganismer och deras interaktioner med andra levande varelser
- *Molekylärbiologi*: studier av biologi och biologiska funktioner på molekylär nivå, numera integrerad inom flera nya områden
- *Strukturbiologi*: en kombination av molekylärbiologi, biokemi och biofysik som sysslar med molekylära strukturer av biologiska makromolekyler
- *Syntetisk biologi*: konstruktion av biologiska funktioner som inte finns i naturen – en blandning av biologi och ingenjörskonst
- *Systembiologi*: studier av komplexa samspel inom biologiska system

