Supermarket – super-svampar! Hur mycket bidrar svampar till det vi handlar?

David Moore

Ursprungsartikeln "Superstore - Superfungi! How much do we owe the fungi for your shopping basket?" skrevs av David Moore för MiSAC (Microbiology in Schools Advisory Committee) som en del av "MiSAC Anniversary Articles Collection". Artikeln är översatt av Margareta Wallin.

Vi har alla olika förhållningssätt till svampar, men vet du hur mycket, varje timma under varje dag, som vi alla är beroende av svampar och svampprodukter? Eller hur mycket som svamp bidrar till vår upplevelse när vi handlar? Låt oss ta en promenad genom närmsta "supermarket" och titta på hur svamp bidrar till vad som säljs i affären.

Texten i sin helhet omfattas av ovanstående rättigheter enligt Creative Commons.

Svampar

Svampar är livsmedel av hög kvalitet med ett proteininnehåll på cirka 20-30 % för torkad svamp. De innehåller alla aminosyror som är essentiella för människor, har ett lågt fettinnehåll och användbart B-vitamininnehåll. Svamparna är lättsmälta och deras cellväggar utgör en bra fiberkälla. Det är också en stor fördel att de inte innehåller något kolesterol. I Europa odlas *Agaricus bisporus.* Ostronsvamp och halmslidskivling är svampar som odlas i Asien; men i Japan och Kina är *Lenintula (*shiitake på japanska och shiangu på kinesiska) de vanligaste.

Foto David och Elizabeth Moore.

Foto Margareta Wallin

Foto Margareta Wallin

Foto Gustav Corin

Färskt kött och mjölkprodukter

Djuren på våra bondgårdar är beroende av svampar i sina matspjälkningssystem för att klara av att spjälka annars ospjälkbara fibrer i gräs. Magen hos idisslare (som kor) innehåller stora kammare som bildar matspjälkningskärl där mikroorganismerna växer. De svampar som finns där är kända som obligata anaeroba chytrider (gisselsvampar); de sönderdelar lignin och kolhydrater och vissa av dessa produkter kan användas som näringsämnen av metanberoende bakterier. Idisslarnas svampar och bakterier arbetar tillsammans vilket ger en effektiv fermentationsprocess, som resulterar i stor mångfald och antal av mikroorganismer som ger stora fördelar till värddjuret även när den digererar mikroorganismer.

Bröd

Jäst bröd är en produkt av jäsning (fermentation) av socker från olika sädesslag med jästsvampen *Saccharomyces cerevisiae*. Jästen kallas för bagerijäst inom brödindustrin, trots att bagarna förr i tiden fick jästen från bryggarna. Jästen använder samma kemi inom båda industrierna, dvs socker överförs till etanol och koldioxid: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH + 2\ CO_2$. Det som skiljer sig åt mellan industrierna är att för bryggaren är huvudprodukten etanol, medan den för bagaren är koldioxid. Brödets struktur beror på de limliknande egenskaperna hos vetets glutenprotein. Koldioxiden hålls kvar i bubblor av gluten, och den bubbliga strukturen hos degen övergår till hål i brödet när det bakas.

Öl, Ale och Lager

Dessa produkter baseras på jäsning av socker från sädeskorn med hjälp av jäst, *Saccharomyces cerevisiae.* All öl, ale och lager görs från mältat korn (= mäsk som görs genom att kornen blötläggas så att de börjar gro och producera enzymer som kan spjälka stärkelse till glukos och fruktos, översättarens anmärkning) som krossas i varmt vatten och kokas tillsammans med humle som ger den bittra smaken till ölen. Jäsningen startas genom uppvärmning med humle som ger en bitter smak till ölet. Jästen som används för att göra ale tenderar att bilda skum och växa på toppen av blandningen. Jästen som används för att göra lager jäser på botten av tanken och tillhör den nära släktingen *Saccharomyces carlsbergensis.*
(www.howtobrew.com)

Bränsle gjort av alkohol

Etanol används också som en kemisk råvara och som bilbränsle när upp mot 10% blandas in i bensin. Man använder oftast avfall från odlingar för fermentation med hjälp av jäst. USA och Brasilien producerar tillsammans 85% av världens etanolbränsle. Det mesta av USAs etanol produceras från majs och andra grödor, medan Brasilien använder sockerrör. USA producerar

mest etanolbränsle; mer än 100 miljarder liter producerades i hela världen 2017, varav 60 miljarder liter i USA, 27 miljarder liter i Brasilien och 5,3 miljarder liter i Europa (https://www.afdc.energy.gov/data/).

Vin

Foto Margareta Wallin

Man utgår från vindruvsjuice som man får genom att krossa vindruvorna från vinrankan (*Vitis vinifera)*; vindruvsjuicen brukar kallas för must. Den fermenteras med en ellipsformad jäst som heter *Saccharomyces ellipsoideus.* Detta används ofta som en startjästkultur i vindruvsjuice. Det tar vanligtvis ett till fyra år för kvalitetsvin att mogna i träkärl efter jäsningsprocessen. För vissa viner så används även bakteriefermentation under mognaden för att öka fylligheten hos vinets smak genom att reducera surheten. För att producera mousserande vin tillsätts socker och en speciell jästform som bildar ett granulärt sediment, när vinet buteljeras och en andra jäsning sker i flaskan som producerar koldioxid bubblor (http://www.oiv.int/en/).

Foto Wikipedia

Marmite

När man brygger öl så produceras en stor mängd levande jäst som en avfallsprodukt. Dessa restprodukter omvandlas till smakämnen, diettillsatser och jästextraktprodukter med varumärkesnamn som Marmite, Meridian Yeast Extract och Australian Vegemite, Swiss Cenovis, och det tyska German Vitamin-R. Bryggerjästen bryts ned till proteiner och lösliga aminosyror i det första produktionssteget för Marmite; därefter filtreras lösningen och hemliga smakämnen (i ett vegetariskt juice koncentrat), vitaminer och kryddextrakt tillsätts. (https://www.marmite.co.uk/)

Foto David Moore

Quorn

Mycoprotein™ är namnet på ett livsmedel som görs från en stam av en filamentös svamp *Fusarium venenatum.* Vid odlingen används glukos som kolkälla i en 45 meter hög fermentor. Mycoprotein innehåller oftast 44% protein, 18% fibrer och bara 13% fett (värdena för biff är 68% protein, 0% fibrer och 30% fett), och obehandlat mycoprotein innehåller inget kolesterol. Den enda användningen av mycoproteiner är för närvarande som den primära ingrediensen i Quorn™ som producerar många alternativ till kött. (https://www.quorn.com/).

Ost

Ost är en fast eller en semifast proteinprodukt som görs från mjölk. Innan man hade moderna metoder för förvaring i kyla, så var ostproduktion den enda metoden för att bevara mjölk. Grunden för att göra ost är bakteriell fermentering, men det finns två viktiga processer till vilka filamentösa svampar deltar. Dessa är tillsats av enzymer (80% kommer från mögelsvampar som *Aspergillus* spp. och *Mucor miehei)* som vid starten koagulerar proteinerna i mjölk vilket ger en fast massa från vilken man gör osten och flytande vassle. Svampväxt är också ansvarig för den process som kallas mögelmognad. Mögelmognaden är den traditionella metoden för att producera ostar av typen blåmögelostar (genom att använda *Penicillium roqueforti*), och Camembert och Brieostar (mognar med hjälp av *Penicillium camembert)*. (www.cheese.com)

Foto Margareta Wallin

Salami

Penicillium nalgiovense är den mest använda filamentösa svampen vid produktion av konserverade och fermenterade köttprodukter. Malet kött (biff, get, häst, lamm, gris, höns, och/eller från t ex rådjur eller hjort) blandas med hackat djurfett, flingor, kryddväxter, kryddor; denna blandning ger salamikorven dess typiska marmorerade utseende när man skär den. Salt tillsätts och blandningen får fermentera en dag innan den blir i stoppad i ett hölje, och därefter täcks med en lösning av

Penicillium nalgiovense startkultur. Den hängs därefter för att mogna. När svampen växer på ytan av korven och in i köttet ger den smak och skyddar mot andra oönskade jästarter, mögel och bakterier.

Kolsyrade söta drycker

Förutom alkohol är citronsyra den enskilt mest viktiga kemikalie som produceras genom fermentation (den globala produktionen är ungefär 1 600 000 ton årligen). Citronsyran är en svag 6-kols organisk syra som är en naturligt förekommande komponent i metabolismen hos så gott som allt levande. Strukturen på molekylen överför olika egenskaper som gör citronsyra användbar till föda, kolsyrade söta drickor, och läkemedel som en pH buffert, surgörare, konserverare och/eller metalljonskelator. Standard för produktionsmetoden är att använda *Aspergillus niger* på ett medium som består av 15% socker. Under optimala förhållanden är fermentationen färdig inom 5 till 10 dagar. (www.ihsmarkit.com/products/citric-acid-chemical-economics-handbook.html)

Foto Margareta Wallin

Fruktjuicer

Svampenzymer används frekvent vid produktion av fruktjuicer för att maximera mängden extraherad juice från frukterna. Ett exempel är att man använder enzymer när man processar äpplen till juice. Svampenzymerna som används är pektinaser, cellulaser och hemicellulaser, som separerar cellerna i fruktköttet och försvagar cellväggarna. Det ökar utbytet av juice och förbättrar även frisättning av antioxidanter och vitaminer till juicen. I senare steg används enzymer för att ta bort utfällningar av olösliga fruktrester vilket gör att juicen blir klar innan den förpackas och säljs.

Sojasås, tempeh och andra livsmedelsprodukter

Svamp används för att processa flera olika livsmedelsprodukter som finns på stora marknader i Asien. Det traditionella orientaliska köket har tillämpat ett antal fermentationstekniker för soja, ris och annan gröda på ett likartat sätt som de fermentationstekniker som traditionella västerländska kockar har tillämpat på mjölkprodukter och kött från olika djur. Fermentering av sojabönor med filamentös svamp (särskilt *Aspergillus, Actinomucor, Mucor eller Rhizopus spp*.) utgör basen för produktion av många olika livsmedel som sufu (fermenterad tofu), soja nuggets, tempeh, miso och ang-kak (rött ris). Bakteriell fermentation används för att producera natto och soja yoghurt. Icke-fermenterade sojalivsmedel inkluderar sojamjölk, tofu, sojaskott, yuba (sojamjölksfilm som bildas vid kokning av sojamjölk, översättarens anmärkning), okara (restprodukt vid tillverkning av tofu, består av malda sojabönor sen mjölken extraherats, översättarens anmärkning), gröna sojabönor, sojanötter och rostat sojamjöl.

Foto Margareta Wallin

Choklad och kaffe

Alla chokladprodukter kommer från kakaofrön som bildas i stora frukter som växer direkt på stammarna på det evigt gröna kakaoträdet (*Theobroma cacao).* Varje frukt innehåller ungefär 40 frön (kallas vanligen för ”kakaobönor”, fastän de inte är några riktiga bönor) som är inbäddade i fruktkött. Fruktinnehållet skrapas ut och pulpan och fröna staplas i högar under flera dagar under vilka de genomgår en naturlig mikrobiell fermentering med en succession av jäst och bakterier. Denna process gör att fruktköttet bildar en vätska som tillför smak av choklad till kakaofröna. Ofermenterade frön har ingen chokladsmak. Kaffe genomgår en liknande fermentering, och av samma skäl. Flera arter av det buskartade trädet *Coffea* producerar körsbärslika frukter som innehåller två frön (”kaffebönor”). Hos de skördade frukterna blir det mesta av bärköttet borttaget i vatten, varefter kaffefröna (”bönorna”) fermenteras i stora vattencontainers för att avlägsna den pergamentliknande hinnan som omger dem. När det är klart så tvättas kaffefröna och soltorkas, och exporteras som ”Pergamino kaffe”. Den mesta smaken av kaffe bildas när ”bönorna” rostas, men odlingen, det geografiska ursprunget och fermenteringen bidrar alla till de mer än cirka 850 aromer och smakämnen man hittills har hittat i kaffe.

Foto Margareta Wallin

I läkemedel

Svampproducerat penicillin är fortfarande en viktig antibiotika, men de flesta antibiotika som vi använder idag kommer från bakterier (växer i stora fermentatorer). Svamp producerar också vissa andra viktiga läkemedel som till exempel cyklosporin som sänker immunförsvaret hos transplanterade patienter vilket minskar risken att deras transplanterade organ stöts bort. Mevinolin är ett ämne som produceras av svampen *Aspergillus terreus* och som utgör basen för statiner. Dessa används för att reducera höga kolesterolvärden. Högt kolesterol är en riskfaktor för hjärt/kärl sjukdomar, stroke och flera andra vanliga sjukdomar. Statiner är de mest använda kolesterolsänkande

Mjöldrygesvamp, *Claviceps purpurea*, på torkat vildvete. Svampen finns i de svartvioletta kloliknande s.k. sklerotierna.
Foto David Moore

läkemedlen i världen, ända sedan de introducerades i slutet av 1980-talet. Svampar producerar också föreningar som kallas för ergotalkaloider, vilka var de första läkemedlen mot migrän. Även om de kan syntetiseras, så är fermentering fortfarande den mest kostnadseffektiva produktionsmetoden. Steroidföreningar är bland de mest marknadsförda produkterna från läkemedelsindustrin och de flesta steroider är idag modifierade med hjälp av svampar och/eller svampenzymer under produktionen. Genom att använda svampar och deras enzymer kan man göra föreningar som annars vore mycket svåra, omöjliga eller helt enkelt alldeles för dyrbara att producera med kemisk syntes. Dessa steroider används till många receptfria botemedel såväl som etiska (utskrivna av läkare) terapier. Vanliga användningsområden är anti-inflammatoriska, immunförsvarssänkande, diuretiska, anabola, preventivmedel och progesteron analoger. Producerade steroider används också för att behandla viss cancer, osteoporos och försämrad binjurefunktion (binjurarna producerar naturliga steroidhormoner), för att undvika kranskärlssjukdomar, svampinfektioner eller för att minska fetma, och vissa steroider kan användas för att förebygga och behandla HIV infektion.

Kläder: enzymer för tygproduktion och tyghantering

Trots att det idag finns syntetiska fibrer som nylon och polyester så är fortfarande många av våra tyger/kläder gjorda från de naturliga fibrerna bomull (cellulosa), ull och silke (båda är proteiner). De kan alla processas på olika sätt med naturliga enzymer. De fabriksprocesser som vi är mest bekanta med är att det finns enzymer från svamp i tvättmedel och produkter som används vid tvätt av kläder. Vissa av dessa kommer från bakterier men många kommer också från svamp. Enzymer kan också användas för att förbättra textiliers egenskaper. Svampenzymer avlägsnar lösa fibrer från bommullsprodukter bättre och mer skonsamt än genom mekaniska metoder. Många traditionella processer i slutproduktionen i ullindustrin behöver kemikalier som orsakar miljöpåverkan. Behandling med svampars proteolytiska enzymer ger möjlighet att nå ett antal olika behandlingar av ullen med minimal miljöpåverkan.

Mer information

Att använda svamp som livsmedel

http://www.davidmoore.org.uk/21st_Century_Guidebook_to_Fungi_PLATINUM/Ch11_00.htm

Svampbioteknikologi:

http://www.davidmoore.org.uk/21st_Century_Guidebook_to_Fungi_PLATINUM/Ch17_00.htm

Sojasås och andra fermenterade livsmedel:

http://www.davidmoore.org.uk/21st_Century_Guidebook_to_Fungi_PLATINUM/Ch17_25.htm

Svamparnas värld:

http://www.davidmoore.org.uk/index.htm

Om författaren

Dr. David Moore var tidigare universitetslektor i genetik, vid Life Science fakulteten vid Universitetet i Manchester, Storbrittanien. Hans forskning fokuserade på svampfysiologi och isolering av mutanter och genkartläggningar hos *Coprinopsis cinerea.* David har haft ett antal seniora positioner vid ”the British Mycological Society”, han har t ex både varit ordförande och webmaster av sällskapets hemsida. Han var en viktig person för att föra ut forskningen till allmänheten och för utbildning i skolor, vetenskapsmässor och utställningar av Royal Horticultural Society, för vilket han fick sällskapets priser. David är författare till flera böcker i svamplära.