

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik

# Bi-lagan



INSPIRATION OCH INFORMATION FÖR LÄRARE I SKOLAN • BI-LAGAN NR 2 AUGUSTI 2021



Läsårskalender  
Tema: Svamp





Svampars fruktkroppar består av sammanpackade hyfer. Marksvamparnas mycel befinner sig framför allt i markens översta tio centimeter. Det kan finnas nära en kilometer svamphyfer i ett enda gram jord.

Vissa svampar är så små att de lever inuti andra organismers celler. Andra kan bli störst i världen. I Oregon i USA finns en mörkfjällig honungsskivling (*Armillaria ostoyae*), en parasitsvamp, som anses vara den största organism vi känner till. Den kallas "humongous fungus" ("enorm svamp") och dess mycel sträcker sig över flera kvadratkilometer och väger tusentals ton – men fruktkropparna är inte speciellt stora (se bild). Humongous fungus tros vara minst 2000 år men kan vara upp till 8000 år gammal. Stora och gamla mycel av arten mörkfjällig honungsskivling växer även i Sverige.



Jäst (i bröd) och mögel (på en bit ingefära) är exempel på mikrosvampar. Det finns tusentals arter av både jäst- och mögelsvampar. Idag känner vi till omkring 150 000 svamparter totalt men det kan finnas mellan två och fyra miljoner, kanske ännu fler.

## Övningar på Bioresurs webbplats

På Bioresurs webbplats, [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se), under Resurser och Organismvärlden med ekologi finns sidan Fokus på svampar. Där har vi samlat förslag på övningar och laborationer som på olika sätt handlar om svamp.

# Tema: Svamp

De är en förutsättning för mycket av livet på jorden idag och de finns i princip överallt – till och med i luften du andas, vattnet du badar i och i din kropp. Detta nummer av Bi-lagan handlar om svamp.

Många associerar svamp med det vi kan se i skogen på hösten, som kantareller. Men detta är bara fruktkroppar – organ innehållande sporer som bildas när vissa svampar förökar sig. En kantarell består främst av mycel, ett nätverk av hyfer, tunna trådar av svampceller, som döljer sig i jorden. Även möglet på gammal frukt är svamp, liksom jästen vi bakar med. Svampar kan se ut och föröka sig på många olika sätt och de hittas i nästan alla miljöer!

Svampar är varken växter eller djur utan tillhör ett eget rike, Fungi. Evolutionärt sett och på cellnivå är de mer lika djur än växter. De kan till exempel inte använda sig av fotosyntes utan är heterotrofa: de behöver "äta" organiska ämnen. Svampar kan leva som nedbrytare, parasiter eller i mutualistiska förhållanden där de och andra organismer drar nytta av varandra (samma art kan ha flera levnadssätt). Svamparna har spelat en stor roll för utvecklingen av livet på land. De flesta växter samarbetar med svamp och svamparna påverkar olika näringsämnenas kretslopp i ekosystemen. Svampar har även gett upphov till och används för att producera en mängd läkemedel och livsmedel och deras enzymer har gjort många industriella processer smidigare, billigare och mer miljövänliga.

Svampvärden är fascinerande och vi hoppas att kalendern ska väcka inspiration och idéer för att ta upp svamp i flera olika sammanhang i biologiundervisningen.

## För dig som vill veta mer

Att svamp är ett aktuellt ämne märks inte minst i litteraturen. *Svamparnas planet* (Bonnier fakta, 2020) av Jesper Nyström och *Ett sammanvävt liv* (Volante, 2021) av Merlin Sheldrake är två nyutkomna böcker som tar upp svamparnas värld på ett spännande och populärvetenskapligt sätt.

I arbetet med denna läsårskalender har Bioresurs bland annat varit i kontakt med Anders Dahlberg, professor i mykologi vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. Tillsammans med Anna Froster har han skrivit boken *Svamparnas förunderliga liv* (Natur & Kultur, 2021), som kommer ut i september.

Några andra tips för svampfakta och inspiration:

- *State of the Worlds Fungi* (Royal Botanic Gardens, Kew, Storbritannien, 2018), en populärvetenskaplig rapport som kan laddas ner från [stateoftheworldsfungi.org](http://stateoftheworldsfungi.org)
- *Svampar i Sverige* (Bonnier fakta, 2013) av Bo Mossberg, Mats Karström, Sven Nilsson och Olle Persson
- *Nya svampboken* (Nordstedts, 2014) av Pelle Holmberg och Hans Marklund
- *Svampskogens hemligheter* (Opal, 2021) av Stefan Casta och Mattias Olsson
- *Känn igen 25 svampar och bär* (Rabén & Sjögren, 2011) av Björn Bergenholtz
- *How fungi changed my view of the world* (Youtube, 2020), en film av Stephen Axford





Scharlakansvårskål (*Sarcoscypha coccinea*), en svamp som lever som nedbrytare och hör till gruppen sporsäcksvampar.

Foto: Michael Krikorev, [www.svampguiden.com](http://www.svampguiden.com)

# Augusti 2021

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik



Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      *Söndag*

v. 30	26	27	28	29	30	31	Per	1
v. 31	Karin, Kajsa 2	Tage 3	Arne, Arnold 4	Ulrik, Alrik 5	Alfons, Inez 6	Dennis, Denise 7	Silvia, Sylvia	8
v. 32	Roland 9	Lars 10	Susanna 11	Klara 12	Kaj 13	Uno 14	Drottningens namnsdag 	15
v. 33	Brynolf 16	Verner, Valter 17	Ellen, Lena 18	Magnus, Måns 19	Bernhard, Bernt 20	Jon, Jonna 21	Henrietta, Henrika	22
v. 34	Signe, Signhild 23	Bartolomeus 24	Lovisa, Louise 25	Östen 26	Rolf, Raoul 27	Fatima, Leila 28	Hans, Hampus	29
v. 35	Albert, Albertina 30	Arvid, Vidar 31						

## Svamp i kursplanerna

Den 1 juli 2022 börjar de reviderade kursplanerna för grundskolan, grundsärskolan, sameskolan och specialskolan att gälla. En tydlig förändring är tilläggen av "svamp" nedan.

Ur Centralt innehåll för årskurs 1–3:

- *Djur, växter och svampar i närmiljön, hur de kan grupperas samt namn på några vanligt förekommande arter.*

Ur Centralt innehåll för årskurs 4–6:

- *Näringskedjor och kretslopp i närmiljön. Djurs, växters och svampars samspel med varandra och hur några miljöfaktorer påverkar dem. Fotosyntes och cellandning.*
- *Hur djur, växter och svampar kan identifieras och grupperas på ett systematiskt sätt, samt namn på några vanligt förekommande arter.*

För åk 7–9 nämns inte svamp specifikt, men ta gärna upp svamp i samband med undervisning om till exempel livets utveckling och mångfald (se februariuppslaget).

Svampars fysiologi och livscyklar ingår i gymnasiets kurs biologi 2. Jämför gärna med svamp i olika kursmoment, som cellbiologi och genetik. Se jämförelser mellan människans reproduktion och svampars livscykel på novemberuppslaget.



## Kantareller

Har grenade åsar på hattens undersida som fortsätter ner på foten (finns ett tiotal arter men alla är inte ätliga).

På bilden: kantarell →



## Soppar

Har rörmyningar, porer, på hattens undersida.

På bilden: karljohan/stensopp →

## Tickor

Har rörmyningar, porer, på hattens undersida. De flesta lever på träd eller stubbar.

På bilden: klibbticka →

## Taggsvamp

Har taggar på hattens undersida.

På bilden: blek taggsvamp ↓



## Musslingar

Växer på ved (som stammar och grenar), vissa är mussellikä och saknar fot.

På bilden: ostronmussling →

Odlad ostronmussling ("ostronskivling" i butik) kan köpas i mataffären men svampen växer även vild på stubbar och stammar av lövträd.

# Svamp i skog och mark

Vilka svampar kan vi hitta i skogen? Många! Men istället för att försöka namnge enskilda arter kan ett sätt att prata om svamp med eleverna vara att fokusera på hela svampgrupper och hur dessa skiljer sig åt. Här visar vi ett urval.

Svampar kan sorteras och grupperas på många sätt utifrån olika kriterier. En grov uppdelning kan göras i **storsvampar** (synlig fruktkropp) och **mikrosvampar** (fruktkropp saknas eller är mindre än 1 mm). Svamparna kan även sorteras efter utseende, växtmiljö, släktskap med mera. De två mest kända och väldefinierade grupperna baserade på släktskap är **basidiesvampar** och **sporsäcksvampar**. De skiljer sig bland annat åt i hur sporbildningen går till (se novemberuppslaget). Till basidiesvamparna hör kantareller, soppar, tickor, skivlingar, taggsvampar, fingersvampar och buksvampar, men även rotsvampar, som lever som parasiter på växter. Bland sporsäcksvamparna finner man framför allt mikrosvampar, som mögelsvampar och jästsvampar, men även storsvampar som murklor och skålsvampar.

## Skivlingar

Riskor, kremolor och musslingar är alla exempel på skivlingar – svampar som har skivor på hattens undersida.



## Riskor

Spröda (ej trådiga) i konsistensen och när de bryts sönder sipprar en vätska fram.

På bilden: blodriskor →

## Kremolor

En färgglad svampgrupp. Spröd konsistens, som riskoma, men avger ingen vätska när de bryts.

På bilden: sillkremolor (flera varianter finns) →



## Murklor

På bilden: stenmurklor →

Stenmurklor är giftiga men ansågs förr vara en delikatess. Använd moderna svampböcker om du letar information om vilka svampar som är ätliga!

Giftiga svampar tas upp på marsuppslaget.



## Fingersvamp

På bilden: Violetta fingersvamp

I den svenska rödlistan för 2020 finns 851 storsvampar med, varav 438 bedöms som hotade. En av dessa är violetta fingersvamp som är rödlistad i kategorin "sårbar".



## Här bildas sporena

- Kantareller: på åsarna (hattens undersida)
- Soppar och tickor: i rören (hattens undersida)
- Taggsvamp: på taggarna (hattens undersida)
- Fingersvamp: på fingrarna
- Skivlingar: på skivorna (hattens undersida)
- Riskor, musslingar och kremolor är skivlingar.
- Murklor: på bucklorna
- Buksvamp: inuti fruktkroppen

Den del där sporena bildas kallas hymenium.

## Sortera efter sporer?

Elias Fries (1794–1878), "mykologins fader", klassificerade skivlingar efter deras sporfärger. I verket *Fungi of Temperate Europe* (2019) ingår en sorteringsguide där hänsyn bland annat tas till just sporer; *The wheels*, som kan laddas hem från [www.mycokey.com](http://www.mycokey.com).



## Buksvamp

Producerar sporena inuti fruktkroppen.

På bilden: värtig röksvamp





Flera av svamparna vi ser i skogen samarbetar med träd, till exempel gran.  
Foto: pexels.com

# September 2021

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik



Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      **Söndag**

v. 35	30	31	Sam, Samuel 1	Justus, Justina 2	Alfhild, Alva 3	Gisela 4	Adela, Heidi 5
v. 36	Lilian, Lilly 6	Kevin, Roy 7	Alma, Hulda 8	Anita, Annette 9	Tord, Turid 10	Dagny, Helny 11	Åsa, Åslög 12
v. 37	Sture 13	Ida, Ronja 14	Sigrid, Siri 15	Dag, Daga 16	Hildegard, Magnhild 17	Orvar 18	Fredrika 19
v. 38	Elise, Lisa 20	Matteus 21	Maurits, Moritz 22	Tekla, Tea 23	Gerhard, Gert 24	Tryggve 25	Enar, Einar 26
v. 39	Dagmar, Rigmor 27	Lennart, Leonard 28	Mikael, Mikaela 29	Helge 30	1	2	3

*Svampens dag*

*Geologins dag*



## Träden kan visa vägen

Omkring en fjärdedel av alla stor-svampar vi känner till i Sverige är mykorrhizasvampar. Mykorrhiza bildas när svampars hyfer kopplar ihop sig med trädets rötter, vilket möjliggör ett utbyte av näring, vatten och energi (se apriluppslaget). Det är en av anledningarna till att mykorrhizasvampar är svårodlade – de behöver sina träd. Ett träd kan bilda mykorrhiza med flera olika svampar och en svamp kan bilda mykorrhiza med flera olika träd. Med kännedom om vilka trädartar vissa svamparter föredrar blir det lättare att hitta och identifiera svamparna. Kantarell och karljohan (stensopp) bildar till exempel mykorrhiza med gran och tall.

## Information och inspiration

- Sveriges Mykologiska Förening  
[www.svampar.se](http://www.svampar.se)
- Svampkonsulenternas Riksförbund  
[www.svampkonsulent.se](http://www.svampkonsulent.se)
- Svampguiden  
[www.svampguiden.com](http://www.svampguiden.com)
- Naturhistoriska riksmuseet,  
*Svampar i Sverige*, åtta korta filmer  
[www.nrm.se/skola/forklassrummet/klassrumsmaterial/svampar](http://www.nrm.se/skola/forklassrummet/klassrumsmaterial/svampar)



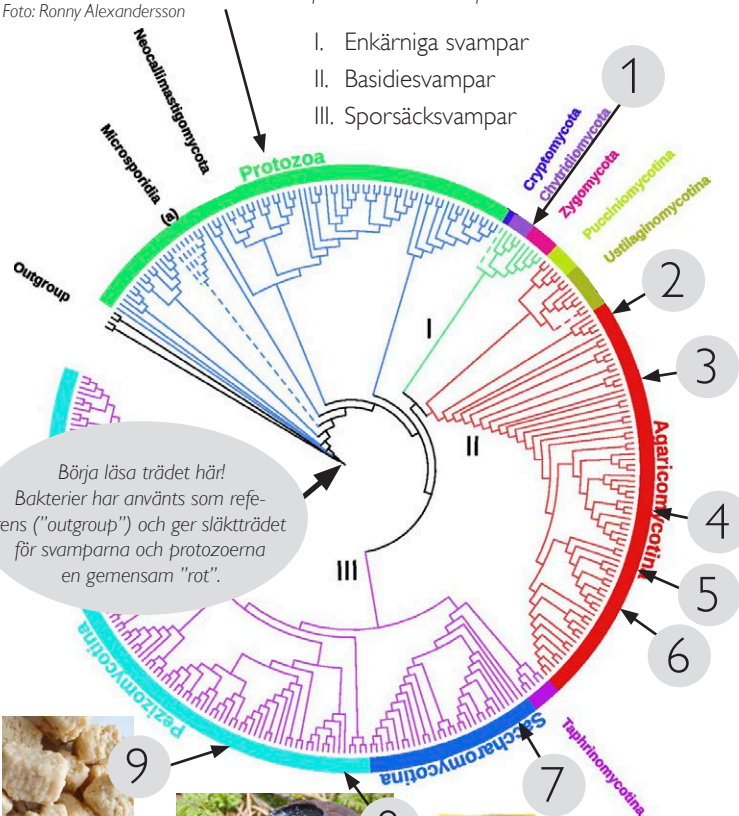


Foto: Ronny Alexandersson

Inte svamp! Slemsvampar som trolldmör och vargmjolk (*Lycogala epidendrum*, på bilden) är närmare släkt med amöbor än med svampar och räknas som protozoer.

# Svampars släktskap

- I. Enkärniga svampar
- II. Basidiesvampar
- III. Sporsäcksvampar



Börja läsa trädet här!  
Bakterier har använts som referens ("outgroup") och ger släkträdet för svamparna och protozoerna en gemensam "rot".



9  
Quorn (*Fusarium venenatum*) kan du läsa mer om på decemberuppslaget.



8  
Bombmurkla (*Sarcosoma globosum*) är rödlistad i Sverige och globalt.  
Foto: Michael Krikorev, www.svampguiden.com



7  
Jäst (*Saccharomyces cerevisiae*) används för både bakning och drycker.

Att förstå vilken svamp som är släkt med vilken är svårt, bland annat eftersom de helt kan byta utseende under sin livscykel. En och samma svamp har ibland fått flera namn då de artbestämts i olika stadier eller vid skilda tillfällen av olika personer. DNA-analyser har underlättat artbestämningen och 2011 enades forskarna om regeln "en svamp, ett namn". Men alla mysterier är inte lösta än.

Släkträd byggs på någon slags information. Baserar vi det på utseende kommer svampar som liknar varandra hamna på samma gren i släkträdet. Ett problem med att bara använda utseende är konvergent evolution. Då har naturligt urval lett till att liknande utseende har uppkommit flera gånger beroende på liknande miljöer, inte av att arterna är nära släkt, vilket kan leda till felaktiga slutsatser om släktskap. Titta på foton av arterna 5 och 8. Visst finns yttre likheter? Men i det cirkelformade släkträdet som visas till vänster, som baseras på DNA, ser man att arterna finns på två olika huvudgrenar (II och III). Röksvamp (5) tillhör basidiesvamparna (II), medan bombmurkla (8) tillhör sporsäcksvamparna (III). En annan anledning till svårigheter att bedöma släktskap utifrån utseende är divergent evolution, som handlar om att närbesläktade arter kan se olika ut på grund av anpassning till olika miljöer eller att en egenskap av slump blivit vanligare hos en art under evolutionen. Titta på fotografierna av arterna 2–6 i släkträdet. Arterna varierar mycket i utseende trots att de alla är basidiesvampar. På cellnivå finns dock utseenden som är gemensamma och som syns i mikroskop. Alla arter i grupp II bildar sporer i så kallade basidier. I grupp III tillverkar alla arter sporer i sporsäckar (se novemberuppslaget).

Svampars arvs massa är liten jämfört med växter och djur. Som mest har svampar 180 miljoner baspar (Mbp) DNA, människan har 3 100 Mbp. Parasitiska arter, som chytridier på gren I i det cirkelformade trädet till vänster, eller mikrosporidierna som är markerade med (a) har minst arvs massa. Mikrosporidier har i många släkträd placerats inom Fungi, men här hamnar de bland protozoerna. En orsak till att släkträd skiljer sig åt kan vara att man har använt olika delar av DNA och jämfört DNA-sekvenserna med olika metoder. Hittills har de flesta släkträden byggts på någon eller några delar av DNA. Men idag finns hela arvs massan kartlagd för många arter. Trädet till vänster baseras på analys av hela genom.



Foto (1, 3, 4): Susanne Hemqvist

Bland svamparna på gren I i släkträdet hittar vi släktet *Synchytium*. Sippvårter (*S. anemones*) är parasiter på vitsippor och potatisråkta (*S. endobioticum*) angriper potatis.



Foto: Jan Nilsson

2  
Gullkrös (*Tremella mesenterica*), "den dallrande mellantarmen", skruppnar ihop i torr väder. Gullkrös är en parasit som lever på en annan svamp som i sin tur lever på trädet. Till exempel lever gullkrös på tåtskinn (se nedan).



Foto: Jan Olsson

3  
Tåtskinn (*Peniophora incarnata*) är en vitrötare. Den kan bryta ner både cellulosa och lignin i veden. Brunrötare däremot (se nedan) saknar enzymer för att bryta ner lignin som blir kvar, vilket syns som en brun färg.



Foto: Marie Jacobsson

4  
Klibbticka (*Fomitopsis pinicola*) är en brunrötare. Hittas främst på gran, men även på andra trädslag.



5  
Kornig röksvamp (*Lycoperdon lividum*) hittas på torr och kalkrik mark, främst i södra Sverige.



6  
Smörsopp (*Suillus luteus*), en populär matsvamp som bildar mykorrhiza med tall – en mutualistisk symbios. Inom släktet *Suillus* har arterna under historien bytt värdträd. Lärkräd var troligen den ursprungliga samarbetsparten men smörsoppen har anpassats till tall.

Ett cirkelformat släkträd\* för 244 svamparter och 71 protozoer. Trädets "rot" hittas i mitten. Färgade områden i cirkelns periferi motsvarar olika huvudgrupper (fyla). Tre stora svampgrupper är markerade med romerska siffror. Enkärniga svampar (I) bildar bara tvåkärniga stadier i samband med sporbildning, till skillnad från basidiesvampar (II) och sporsäcksvampar (III) som bildar tvåkärniga mycel. Med tvåkärnigt menas att det går att se två cellkärnor i svampcellerna.

\* Källa: Choi J, Kim SH. (2017). A genome Tree of Life for the Fungi kingdom. PNAS, 114, s. 9391–9396.

Växter

Svamp

Djur

Svampar är närmare släkt med djur än med växter.

# Oktober 2021



Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      Söndag

v. 39

27	28	29	30	Ragnar, Ragna 1	Ludvig, Love 2	Evald, Oswald 3
----	----	----	----	-----------------	----------------	-----------------


v. 40

Frans, Frank 4 <i>Internationella barndagen Nobelpriset i fysiologi eller medicin tillkännages</i>	Bror 5 <i>Nobelpriset i fysik tillkännages</i>	Jenny, Jennifer 6 <i>Nobelpriset i kemi tillkännages</i>	Birgitta, Britta 7	Nils 8	Ingrid, Inger 9	Harry, Harriet 10
---	---	---	--------------------	--------	-----------------	-------------------


v. 41

Erling, Jarl 11	Valfrid, Manfred 12	Berit, Birgit 13	Stellan 14	Hedvig, Hillevi 15 <i>Sista ansökningsdag till vårens kurser på universitet och högskolor</i>	Finn 16 <i>Världslivsmedelsdagen</i>	Antonia, Toimi 17
-----------------	---------------------	------------------	------------	--	---	-------------------

v. 42

Lukas 18	Tore, Tor 19	Sibylla 20	Ursula, Yrsa 21	Marika, Marita 22 <i>Kemins dag www.keminsdag.se</i>	Severin, Sören 23 <i>Kemins dag www.keminsdag.se</i>	Evert, Eilert 24 <i>FN-dagen</i> 
----------	--------------	------------	-----------------	---	---	---

v. 43

Inga, Ingalill 25	Amanda, Rasmus 26	Sabina 27	Simon, Simone 28	Viola 29	Elsa, Isabella 30	Édit, Edgar 31 <i>Sommartid slutar</i> 
-------------------	-------------------	-----------	------------------	----------	-------------------	---

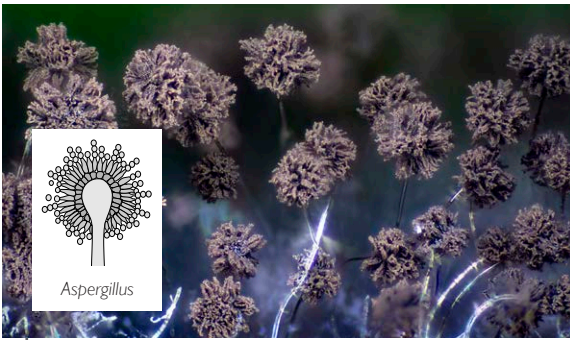
## Omdebatterat släkträd?

Med en större del av DNA som information borde man komma fram till svamparnas släktskap. Ordningen på kvävebaserna (ATCG) i olika gener jämförs steg för steg. Men en hel arvsmassa – ett helt genom – är en enorm datamängd och då blir det mer komplext. Olika gener och områden mellan gener kan ha bytt plats under evolutionen. Hur gör man då?

Tänk dig texter som ska jämföras för att kartlägga eventuell plagiering. Matchningen mellan texterna kan göras genom att meningar jämförs från början till slut. Men om de kopierade meningarna hamnat i olika stycken? Då behöver texterna bearbetas för att ett tydligt mönster ska framträda. Detta kan göras med textanalys via datorprogram.

Det cirkulära släkträdet ovan är baserat på en analys av arternas hela arvsmassa, där liknande algoritmer som används för plagieringskontroll utnyttjats. Trädet får representera ett aktuellt resultat även om analysmetoden ifrågasatts av andra forskare. Bland annat är tolkningen att mikrosporidier inte tillhör svampriket omdebatterad. Den vetenskapliga debatten är dock osynlig i media. Men mikrosporidier kan orsaka allvarliga infektioner hos människor och för att välja rätt läkemedel kan det vara helt avgörande att säkert veta om infektionen beror på svamp eller ej!





Aspergillus



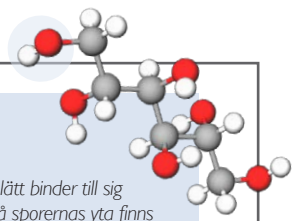
Penicillium

# Olika livscyklar

En livscykel visar hur en art utvecklas och för vidare sin arvmassa till kommande generationer. Svampar växer och förökar sig på många olika sätt och här ges bara några exempel.

Svampar kan ha både en asexuell och en sexuell livscykel med olika sorters sporer som sprider dem till nya områden. När det är gott om mat men ont om partners gynnas asexuell förökning. En spor med *en* uppsättning kromosomer kallas haploid. I människokroppen är de flesta cellerna diploida vilket innebär att de innehåller *två* uppsättningar av alla kromosomer. Svamparnas haploida sporer kan växa till och dela sig med vanlig celldelning (mitos) och ge ett enkärnigt mycel. Från det enkärniga mycelet kan asexuella sporer bildas och spridas, svampen klonar sig. Se bilder till vänster.

hydroxylgrupp →



## Coola sporer

Atmosfären fylls varje år av miljontals ton svampsporer. Forskare har visat att sporer lätt binder till sig vattenmolekyler och bildar små droppar. På sporens yta finns den vattenbindande molekylmannitol, en sockermolekyl med många hydroxylgrupper (se bilden). Nu undersöks om mängden svampsporer påverkar när det börjar regna.

För sexuell förökning mellan två svampindivider krävs att de har olika parningstyp, vilket innebär att de tillverkar olika doftämnen och känner av andras dofter via specifika receptorer. Om en svamp hyf bildar ett doftämne som binder till en annan svamphyfs doftreceptor (och tvärtom), växer de mot varandra och smälter ihop till en gemensam cell (plasmogami) – men cellkärnorna går inte ihop (karyogami), i alla fall inte direkt. Läs mer om detta under rubriken *Sexuell förökning!*

## Asexuell förökning

Asexuell förökning ger haploida sporer (med enkel kromosomuppsättning), som gro till enkärnigt mycel med mitos (vanlig celldelning). Olika svamparter bildar olika sporerproducerande strukturer. Hos sporsäcksvamparna, där asexuell förökning är vanligt, kallas dessa strukturer konidioforer och sporena som knoppar av från dessa kallas konidier (varje spor är ett konidium).

Illustrationerna ovan visar två exempel på konidioforer från släktena Aspergillus och Penicillium. Varje liten cirkel längst ut är ett konidium, en spor.

Fotot ovan visar konidioforer från Aspergillus niger.

Foto: Alexander Klepnev, CC BY 4.0. Illustration (Aspergillus): Pancrat, CC BY-SA 3.0. Illustration (Penicillium): Public domain. Samtliga tre bilder: commons.wikimedia.org

### Haploida sporer gro till hyfer...

Hos oss människor skulle det vara som att en spermie eller en äggcell skulle kunna dela sig till flera celler och bilda en liten organism på egen hand.

## Sexuell förökning

### Basidiesvampar – långlivade par

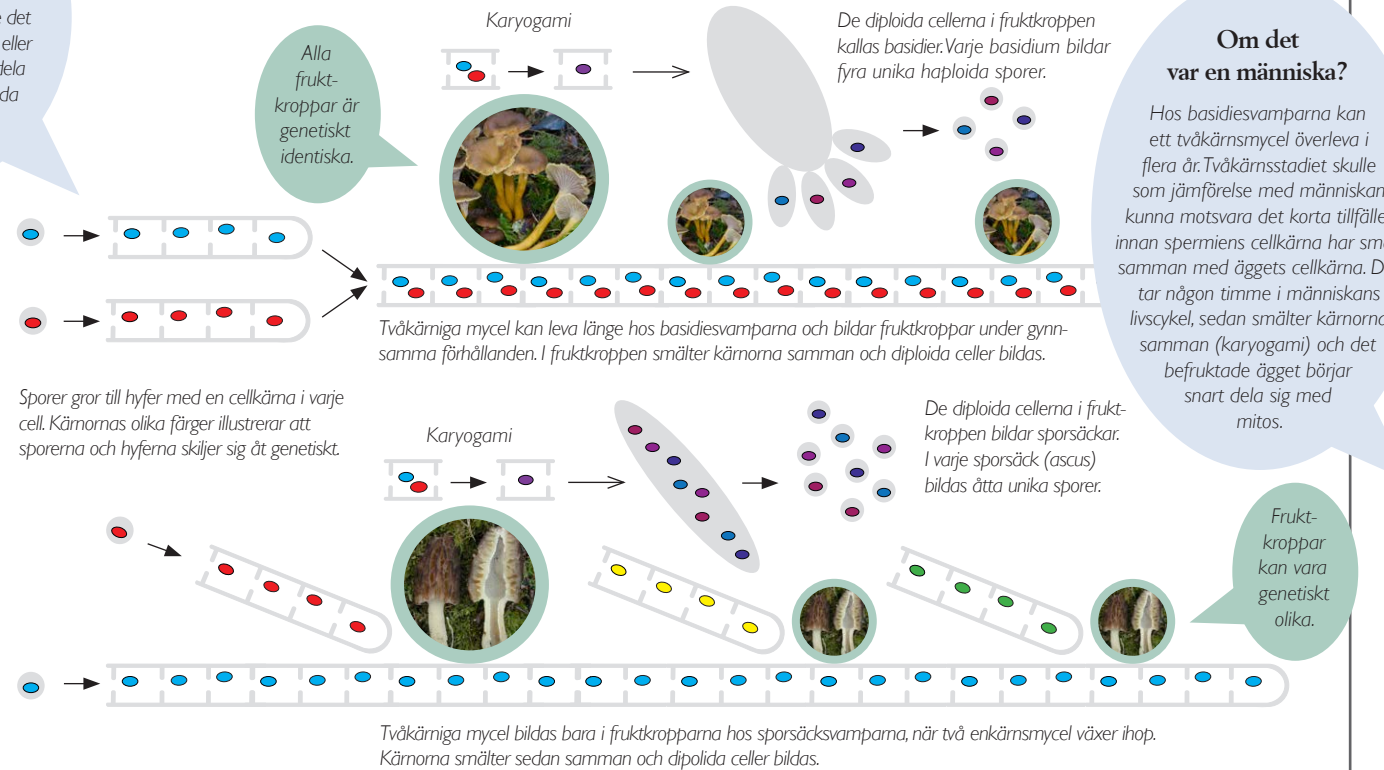
De flesta basidiesvampar i naturen hittas som tvåkärnsmycel. De kan leva länge på en plats och ge fruktkroppar år efter år. Regn, näring och temperatur påverkar när och hur många fruktkroppar som kommer upp. Kärnorna smälter bara samman till en diploid kärna i vissa delar av fruktkroppen (som i åsarna på en traktkantarell). De diploida celler som bildas kallas basidier. Där sker meios och fyra sporer knoppar av i ena änden av varje basidium.

Bildexempel: traktkantarell. Foto: Michael Krikorev, www.svampguiden.com

### Sporsäcksvampar – söker nya partners

Sporsäcksvampar lever som enkärnsmycel och bildar bara tvåkärnsmycel i fruktkropparna. Samma enkärnsmycel kan växa samman med flera olika andra enkärnsmycel av rätt parningstyp. Därför kan fruktkroppar intill varandra vara genetiskt olika. De diploida celler som bildas i fruktkroppen vid sammansmältning av kärnorna ger upphov till sporsäckar (asci). Meios ger normalt fyra haploida sporer men i sporsäcksvampar kan en extra celldelning (mitos) ske inne i sporsäcken, så att det bildas åtta sporer i varje sporsäck.

Bildexempel: toppmurkla. Foto: Michael Krikorev, www.svampguiden.com



### Om det var en människa?

Hos basidiesvamparna kan ett tvåkärnsmycel överleva i flera år. Tvåkärnsstadiet skulle som jämförelse med människan kunna motsvara det korta tillfället innan spermies cellkärna har smält samman med äggets cellkärna. Det tar någon timme i människans livscykel, sedan smälter kärnorna samman (karyogami) och det befruktade ägget börjar snart dela sig med mitos.

Fruktkroppar kan vara genetiskt olika.







Vinterskivling (*Flammulina velutipes*) växer på stammar, stubbar och stockar av lövträd under senhöst och milda vintrar.  
Foto: Michael Krikorev, [www.svampguiden.com](http://www.svampguiden.com)

# November 2021



Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      Söndag

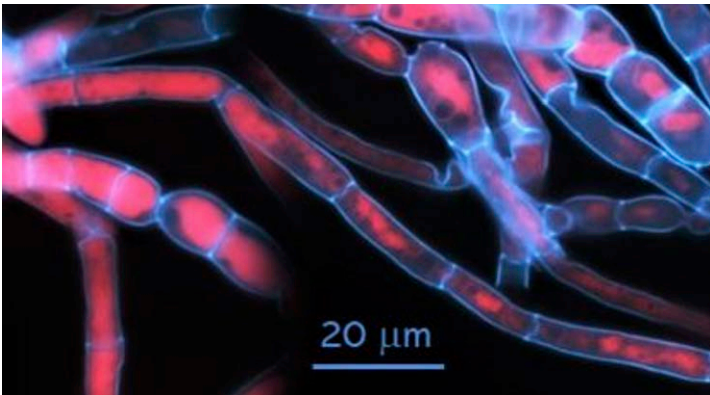
v. 44	Allhelgonadagen 1	Tobias 2	Hubert, Hugo 3	Sverker 4	Eugen, Eugenia 5	Gustav Adolf 6 <i>Alla helgons dag</i> Gustav Adolfsdagen 	Ingegerd, Ingela 7
v. 45	Vendela 8	Teodor, Teodora 9	Martin, Martina 10	Mårten 11 <i>EOES, uttagningsprov</i>	Konrad, Kurt 12	Krister, Kristian 13	Emil, Emilia 14 <i>Fars dag</i>
v. 46	Leopold 15	Vibeke, Viveka 16	Naemi, Naima 17	Lillemor, Moa 18	Elisabet, Lisbet 19	Marina, Pontus 20	Helga, Olga 21
v. 47	Cecilia, Sissela 22	Klemens 23	Gudrun, Rune 24	Katarina, Katja 25	Linus 26	Asta, Astrid 27	Malte 28 <i>1:a advent</i> 
v. 48	Sune 29	Anders, Andreas 30	1	2	3	4	5

## Häxringar

Häxringssvamparna är i regel nedbrytare som börjar växa där de etableras och allteftersom det döda materialet de lever på tar slut växer de utåt. I en homogen miljö, som en gräsmatta, breder mycelet ut sig i en cirkel och försvinner i mitten, det blir ungefär som en cykelslang med ett decimeterbrett aktivt mycel ytterst. Häxringar kan synas när fruktkroppar bildas men även indirekt på gräset. Om det är torrt i gräsmattan behåller svampen vattnet i sin tillväxtfront, och gräset vissnar. Om det är lagom fuktigt kan svampens pågående nedbrytning frigöra näringsämnen som gör att gräset får extra bra tillgång på närsalter och därför bli grönare, i en ring. Ut och spana!



Häxring med nejlikbrosking (*Marasmius oreades*). Markus Hiltunen vid Uppsala universitet har studerat om arvsmassan förändras med tiden hos denna svampart. Häxringarnas diameter är kopplad till ålder. Forskningen har visat att genomet är stabilt över tid inom en individ, få mutationer märks.



# Mikrosvampar i mat

Äter du svamp? Kanske tänker du på en macka med smörstekta kantareller eller champinjonsstuvning? Svampar finns dock med i många fler sammanhang när det gäller det vi äter och dricker.

Champinjoner består till 90 procent av vatten och ytterst lite protein (2 gram per 100 gram färsk svamp). I svampriket finns dock mikroskopiska svampar som utan fruktkroppar kan ge proteinrika råvaror, som exempelvis en köttfri julsinka! Oavsett produkt är det viktigt att det kontrolleras vilka svamparter som används och att de inte producerar några gifter.

## Quorn – en högteknologisk svampprodukt

Efter analyser av 3 000 jordprover från hela världen hittade man i England den jordlevande svamp som idag står för produktionen av Quorn®. I det första patentet av företaget (Marlow Foods, UK) kallades arten *Fusarium graminearum*. Men på 1990-talet visade DNA-teknik att det rörde sig om arten *Fusarium venenatum*.

I släktet *Fusarium* finns arter som kan producera gifter, mykotoxiner. Hur mycket gift de tillverkar påverkas av miljöfaktorer. Exempelvis kan brist på kväve öka giftmängden. Odlingarna i quorn-framställningen kontrolleras noga, och den svampstam som används producerar inga gifter.

Odlingen sker i stora tankar där mängd mat för svampen, temperatur och syrehalt regleras. Var 4–6 timme fördubblas mängden svampceller. Svampbiomassan flyttas till en tank som värms upp, cellerna dör och RNA-nedbrytande enzymer aktiveras. Detta är bra då höga halter av RNA i mat kan ge problem med gikt (överskott på urinsyra). Den döda svampbiomassan centrifugeras så att RNA-nukleotider, vatten och små kolhydrater slungas ut. Kvar blir långa svamphyfer med högt proteininnehåll. Cellväggarna, som består av polysackarider (kitin och betaglukan), håller ihop hyferna och bidrar till att de är lätta att forma till köttsubstitut tillsammans med något bindemedel (äggvita eller potatisstärkelse).

När vi äter quorn äter vi alltså inte levande svamp, utan svamphyfer med svampproteiner som blandats med andra ingredienser.

## Svamp – men ändå inte

Den geléaktiga massan i en burk med Kombucha (tesvamp/Volgasvamp, kärt barn har många namn) är inte en svamp. Det ingår jästsvampar när man tillverkar kombucha, men den slemmiga strukturen består av cellulosa och bildas av ättiksyrabakterier som är med och fermenterar sött te. Enligt sägen botade en kinesisk läkare vid namn Kombu en japansk kejsares magproblem med drycken. Det vetenskapliga underlaget för eventuella hälsoeffekter hos människor är dock bristfälligt. Drycken har antibakteriella egenskaper, troligen för att Kombucha innehåller många organiska syror och har ett lågt pH. Dryckens blandning av aminosyror, vitaminer och polyfenoler kan fungera som antioxidanter, något som studerats i djurförsök.



## Mat från penicillinsvamp

Visste du att salamikorv har ett hölje av svamp som bidrar till hållbarhet och smak? Den vanligaste arten är *Penicillium nalgiovense* som penslas på korven när den är färdig för lagring. Svampen på ytan hindrar andra mikroorganismer från att kolonisera, och korven får ”vara i fred”. En ny art som hittats på italiensk salami ökar i användning och har fått namnet *Penicillium salami*.



Ostarna Roquefort och Gorgonzola får båda sina färger och smaker av samma svampart: *Penicillium roqueforti*. Skillnaderna mellan ostarna beror på vilken mjölk som används (får- eller komjölk).

## Svampiga sojaprodukter

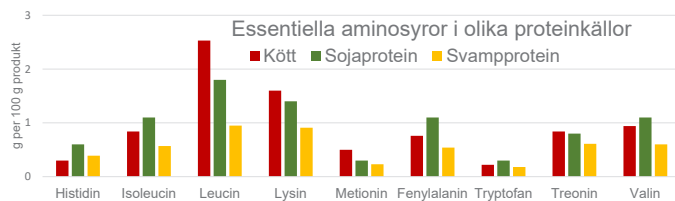
Tempeh kommer från Indonesien där *Rhizopus oligosporus* ändrar sojabönors konsistens så att de går att forma till en pastej, här inrullad i bananblad. I Japan används mögelsvamp i släktet *Aspergillus* för att tillverka soja och miso från sojaböner.



Foto: Sakurai Midori, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 2.1 JP

En optimal quornprodukt består av raka svamphyfer med få sidogrenar. I mikroskopbilderna är proteiner rosa och cellväggarnas polysackarider (kitin, betaglukan) blå. Bilden är sammansatt från två experimentmiljöer. Till vänster befinner sig hyferna i magsäcksmiljö och till höger i tunntarm. Innehållet av protein (det rosa) minskar när matspjälkningsenzymer bryter ner det till aminosyror som kan tas upp i tunntarmen. Polysackariderna däremot bryts inte ned.

Foto: Raffaele Colosimo, Quadram Institute Bioscience (NRP Image Library)



Hur står sig svampprotein i förhållande till kött och soja? På Bioresurs webbplats finns förslag på frågor till diagrammet.

Källa: Derbyshire EJ. (2020). Is There Scope for a Novel Mycelium Category of Proteins alongside Animals and Plants? *Foods*. 9(9):1151.





Jästsvamp *Saccharomyces cerevisiae* används vid bakning.  
Foto: pixabay.com

# December 2021

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik




Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      **Söndag**


v. 48

29	30	Oskar, Ossian 1	Beata, Beatrice 2	Lydia 3	Barbara, Barbro 4	Sven 5
----	----	-----------------	-------------------	---------	-------------------	--------

v. 49

Nikolaus, Niklas 6	Angela, Angelika 7	Virginia 8	Anna 9	Malena, Malin 10	Daniel, Daniela 11	Alexander, Alexis 12
				Nobeldagen 		


v. 50

Lucia 13	Sten, Sixten 14	Gottfrid 15	Assar 16	Stig 17	Abraham 18	Isak 19
Luciadagen 						

v. 51

Israel, Moses 20	Tomas 21	Natanael, Jonatan 22	Adam 23	Eva 24	Juldagen 25	Stefan, Staffan 26
	Vintersolståndet 		Drottningens födelsedag 	Julafton 	Juldagen 	Annandag jul 

v. 52

Johannes, Johan 27	Benjamin 28	Natalia, Natalie 29	Abel, Set 30	Sylvester 31	1	2
	Vämlösa barns dag			Nyårsafton 		

## Odlad och vild jäst

Framodlade stammar av jästsvampen *Saccharomyces cerevisiae* används ofta i brödbak, öl- och vinframställning. Vildjäst kan bestå av en blandning av flera olika jästarter och sägs ge unika egenskaper i exempelvis viner. Forskning har visat att vildjästsvampar med olika parningstyper som träffar på varandra i insekters magar kan föröka sig sexuellt, bilda nya sporer och ge upphov till ny variation.

## Mat till jästen

Enligt Jästbolaget kan 10 mg jäst på en vecka växa till imponerande 150 ton. Vilken resurs! Forskning pågår för att hitta jästsvamparter som kan leva på restprodukter från kyckling, fiskodling och skogsbioprodukter. En fördel med att använda restprodukter som mat för svampar istället för socker är att det då ingår kväve och fosfor och andra mikronäringsämnen i själva "svampmaten".

## Jäst för häst

Foderjäst är avdödad jäst som används som kosttillskott för djur. Forskare undersöker nu om levande jäst kan motverka bakterieinfektioner genom att konkurrera ut resurserna för sjukdomsframkallande bakterier.



Foto: www.svenskafoder.se

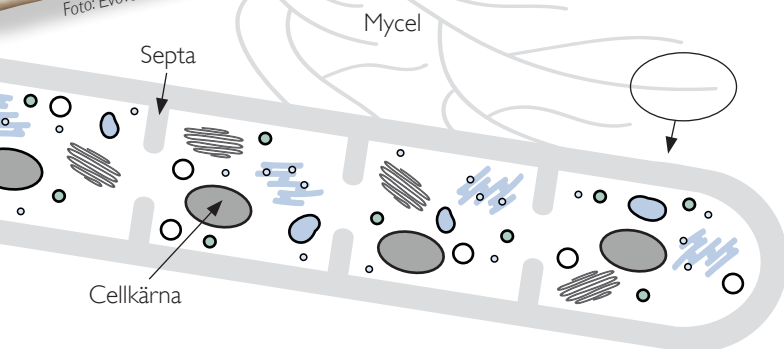


Foto: Novozymes

Ecovative Design ([ecovative-design.com](http://ecovative-design.com)) tillverkar många produkter av svamp, bland annat förpackningsmaterial (bilden till vänster). Novozymes ([www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)) producerar enzymer för industriell användning och bilden ovan visar några av företagets svampodlingar, innehållande potentiella enzymer.



Foto: Ecovative Design



## Svampceller i en hyfspets

Liksom växter har svampars celler cellvägg, men denna byggs främst upp av polysackariden kitin, inte av cellulosa som hos växterna. I en svamphyf kan allt från näringsämnen till cellkärnor färdas långa sträckor. Det beror på att cellerna som bygger upp hyferna inte är tydligt avgränsade, alternativt saknar avgränsning (tvärväggar) helt. I det sistnämnda fallet ser hyfen ut som en enda, väldigt lång, cell med en massa cellkärnor. På illustrationen visas en enkärnig hyf med tvärväggar, så kallade septa, med öppningar som cellinnehållet kan passera genom. När en svamp växer är det i hyfspetsarna tillväxten sker men cellinnehåll kan transporteras dit från andra delar av hyfen.

# Finurliga funktioner

Svampar kan växa in i alla möjliga material och de behöver ofta försvara sina "revir". Till sin hjälp har de bland annat enzymer, väl lämpade för en specifik uppgift. Svampar och deras produktion av olika ämnen passar bra att ta upp i undervisning om organismers anpassningar till olika livsmiljöer men också om hur vi människor utnyttjar dessa anpassningar.

Svampar behöver precis som människor bryta ner sin föda. Liksom hos oss spelar enzymer, proteiner som katalyserar kemiska reaktioner, en viktig roll i nedbrytningsprocessen. Men medan vi människor bryter ner maten inuti kroppen sönderdelar svamparna sin föda i mindre molekyler utanför sina hyfer, innan de tar in dem i cellerna.

Många svampar utsöndrar enzymet cellulasa, som främjar nedbrytningen av cellulosa (en beståndsdel i trä). Det finns även svampar som vittrar sten genom att utsöndra syror, vilket frigör mineraler. Svamp har visat sig kunna bryta ner en mängd ämnen och material – något vi människor drar nytta av på flera sätt.

## Många tillämpningar

Svampenzymer kan ersätta kemikalier i industriella processer och göra dem mindre energikrävande och mer miljövänliga. Enzymer från svamp används exempelvis i pappers- och textilindustrin och för att framställa biobränslen men de finns även i vanligt tvättmedel.

Forskningsprojekt pågår för att utveckla sätt att använda svamp för så kallad *mykoremediering* – sanering av olika miljöer med hjälp av svamp. Här kan svamp som bryter ner olja (se bilder ovan till höger) och plast med mera komma till nytta.

Kitin, som finns i svampars cellvägg, eller hela svampmycel har potential att användas för att skapa till exempel förpackningsmaterial, byggmaterial och plast- och läderliknande material.

Vi använder oss även av svamparnas kemiska försvar mot bakterier i form av antibiotika. Läs mer om svamparnas betydelse för vår tillgång till läkemedel på marsuppslaget.



Källa: Magnus Ivarsson  
(Bilderna är tagna från en filmsekvens.)

Bilderna visar hur en oljeätande svamp, som från början var ofärgad och placerad i mitten av petriskålen (1), växer och bryter ner olja från de fyra oljefläckar som omger den (2 och 3). Bilderna kommer från en filmsekvens som finns på Resurssidan om svamp på Bioresurs webbplats. Svampen upptäcktes av forskare på Naturhistoriska riksmuseet.



## Svamp och dryck

Att jäst används för att framställa öl och vin är kanske bekant men svamp är inblandad i tillverkningsprocessen av andra drycker också.

Pektinas utvinns från svamp och används vid juiceframställning för att få ut mer saft från frukten. Detta uppnås när enzymet bryter ner pektinet i fruktcellernas cellväggar.

Svamp, främst mögelsvampen *Aspergillus niger* eller jästsvampar från släktet *Candida*, används för produktion av den citronsyra som används som tillsats i bland annat läsk.

Foto: pexels.com





Vissa svampar är självlysande, som *Mycena singeri*, här fotad i Mexiko. Även mycelet från honungsskivling (som växer i Sverige) kan få ved i skogen att lysa svagt om natten (så kallad "trollved") men det är sälsynt.

Foto: Alan Rockefeller, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0

# Januari 2022

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik



	Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag
v. 52	27	28	29	30	31	Nyårsdagen 1 Nyårsdagen 	Svea 2
v. 1	Alfred, Alfrida 3	Rut 4	Hanna, Hannele 5 Trettondagsafton	Kasper, Melker, Balsar 6 Trettondedag jul	August, Augusta 7	Erland 8	Gunder, Gunnar 9
v. 2	Sigbritt, Sigurd 10	Jan, Jannike 11	Frideborg, Fridolf 12	Knut 13	Felix, Felicia 14	Laura, Lorentz 15	Hjalmar, Helmer 16
v. 3	Anton, Tony 17	Hilda, Hildur 18	Henrik 19	Fabian, Sebastian 20	Agnes, Agneta 21	Vincent, Viktor 22	Frej, Freja 23
v. 4	Erika 24	Paul, Pål 25	Bodil, Boel 26	Göte, Göta 27	Karl, Karla 28	Diana 29	Gunhild, Gunilla 30
v. 5	Ivar, Joar 31 Vinterfåglar in på knuten				Konungens namnsdag  Vinterfåglar in på knuten vinterfaglar.se	Vinterfåglar in på knuten	Vinterfåglar in på knuten

## Svamparna ser ljuset

Svampar påverkas av ljus via ljuskänsliga receptorer, proteiner som byter skepnad när de träffas av ljus av olika våglängd. Blått ljus träffar receptorer som finns inuti cellkärnan och det påverkar vilka gener som används. Bland annat kan flera hundra gener aktiveras som leder till att svampceller ändrar form och bildar så kallade konidier; sporbärande strukturer, som knoppar av sporer.

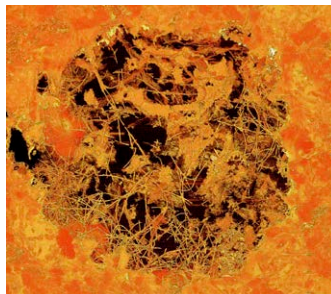
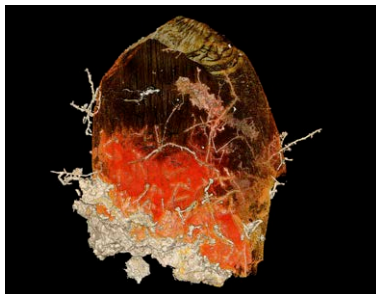
Källa: Yu, Z., Fischer, R. (2019) Light sensing and responses in fungi. *Nature Reviews Microbiology* 17:25–36.

## Källa till kunskap

Precis som växter och djur är svampar eukaryoter med cellkärna. Den första eukaryota organismen som fick sitt genom kartlagt var *Saccharomyces cerevisiae*, vanlig bagerijäst och en av våra viktigaste modellorganismer för cellstudier. Genomet publicerades 1996.

Jästsavampar är lätta att odla och genmodifiera och många av de viktigaste cellprocesserna är likartade i alla eukaryoter, inklusive oss människor. Tack vare jäst har vi lärt oss mycket om oss själva och våra cellers genetiska och molekylärbio-logiska egenskaper. Flera Nobelpris bygger på upptäckter där jästsvamp haft en viktig roll.

Även upptäckten av penicillin resulterade i ett Nobelpris (1945) – en fascinerande berättelse om en naturvetenskaplig upptäckt som fått stor betydelse för mänskligheten.



Bilderna visar fossil i form av trådstrukturer som liknar svampmycel och hyfer, funna i borrhål i havsbotten av forskare vid Naturhistoriska riksmuseet. Bilden nederst till höger visar ett 2,4 miljarder år gammalt svampliknande fossil från ett borrhål i en uttorkad havsbotten i Sydafrika.

Foto (alla tre bilderna): Magnus Ivarsson

# Förhistoriska svampar

Var svamparna de första flercelliga organismerna i havet? Forskarnas fynd i djuphavens berggrund leder till nya perspektiv på historien om livets utveckling på vår planet.

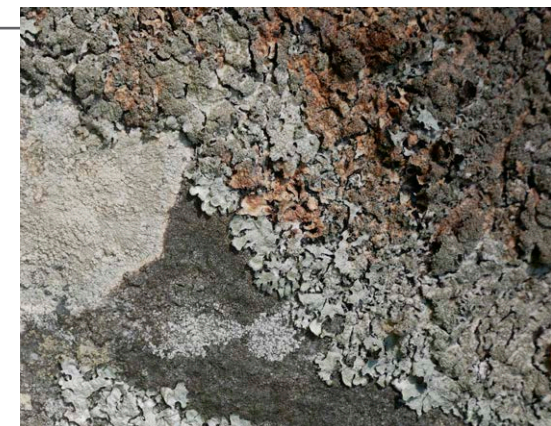
Svamparnas utvecklingslinje startade för minst en miljard år sedan. De första svamparna var antagligen frilevande, rörliga, encelliga och amöbaliknande. Troligen levde de som dagens amöbor genom att ta upp näringsrika partiklar och bryta ner dem inuti cellen. De flesta av dagens svampar utsöndrar istället enzymer som bryter ner födan utanför cellerna.

## Spännande fynd

Magnus Ivarsson, forskare på Naturhistoriska riksmuseet, studerar mikrofossil av svampar och andra mikroorganismer, bland annat från djuphavsbotten. I borrhövar från berggrunden i havet har han och hans kollegor funnit 2,4 miljarder år gamla fossiliserade trådstrukturer som liknar mycel med fintrådiga nätverk av hyfer (se bilder till vänster). Fyndet antyder att flercelligt liv uppstod betydligt tidigare än vad andra beräkningar visat, men om det är en svamp eller en annan organism man funnit är ännu oklart.

## Från hav till land

Forskare tror att svampar koloniserade land för cirka 500 miljoner år sedan tillsammans med fotosyntetiserande organismer. Svamparna blev viktiga för landekosystemen, som nedbrytare men även i mykorrhizaliknande förhållanden med de tidiga växterna. I dag lever nästan alla växter i symbios med svampar som förser dem med näring och vatten (se apriluppslaget).



En blandning av lavar på sten

## Svampar i lavar

Ingen vet när lavar först utvecklades. De äldsta fossilen är lite drygt 400 miljoner år gamla men det är möjligt att lavliknande organismer förekom innan dess. På senare år har man konstaterat att en lav egentligen är ett helt samhälle av organismer. Varje lav består i regel av minst en sporsäcksvamp och ofta av en eller flera basidiesvampar som lever tillsammans med en eller flera fotosyntetiserande grönalger och/eller cyanobakterier samt många andra bakterier.

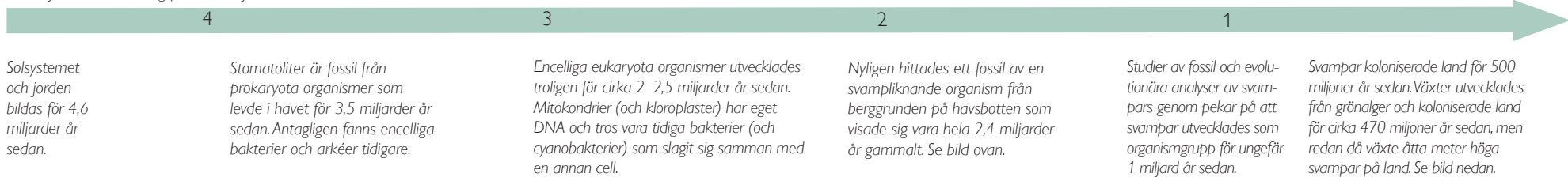
När lavar växer på berghällar är det svampdelen som fäster vid stenen. Svampen har förmåga att vittra sten, det vill säga lösa upp och utvinna mineraler ur sten genom att bilda syror. När lavarna sedan dör ger de upphov till ett nytt lager jord och mineraler, som kan användas av andra organismer.

Artbegreppet är alltså ovanligt svårt när det gäller lavar, men man räknar med att det finns cirka 2000 arter i Sverige och nya upptäcks varje år.

Varglav, Foto: Michael Krikorev, [www.svampguiden.com](http://www.svampguiden.com)



Tidslinje som sträcker sig från 4,6 miljarder år bakåt i tiden till nutid







Cyanobakterier som vuxit ut från bitar av filtav på agarplatta.

# Februari 2022

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik



Måndag    Tisdag    Onsdag    torsdag    Fredag    Lördag    Söndag

v. 5	31	Max, Maximilian 1	Kyndelsmässodagen 2	Disa, Hjärdis 3 <i>Biologiolympiaden, prov 1</i>	Ansgar, Anselm 4	Agata, Agda 5	Dorotea, Doris 6
v. 6	Rikard, Dick 7	Berta, Bert 8	Fanny, Franciska 9	Iris 10	Yngve, Inge 11	Evelina, Evy 12	Agne, Ove 13
v. 7	Valentin 14 <i>Alla hjärtans dag</i>	Sigfrid 15	Julia, Julius 16	Alexandra, Sandra 17	Frida, Fritiof 18	Ella, Gabriella 19	Vivianne 20
v. 8	Hilding 21	Pia 22	Torsten, Torun 23	Mattias, Mats 24	Sigvard, Sivert 25	Torgny, Torkel 26	Lage 27
v. 9	Maria 28	1	2	3	4	5	6

## Svampar stora som träd

För 470–360 miljoner år sedan växte enorma svampar på jorden. Forskare har hittat upp till åtta meter höga svampliknande fossil på land, så kallade prototaxiter. Mikroskopstudier av dessa visar att deras uppbyggnad liknar den vi ser hos nu levande lavar. Man tror därför att dessa stora organismer var svampar som levde i symbios med fotosyntetiserande organismer.



Ett fossil av svampen Prototaxites honeggeri  
Foto: Retallack, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 4.0



Områdena i blått på kartan visar länder där fall av svampinfektion orsakad av *Candida auris* rapporterats till och med den 15 februari 2021. Det allra första fallet beskrevs 2009. Jästsvampen kan bland annat orsaka livshotande blodförgiftning och är ofta resistent mot flera läkemedel. Den sprider sig lätt i sjukhusmiljöer och drabbar främst svårt sjuka personer på intensivvårdsavdelningar.

Källa (karta): Centers for Disease Control and Prevention, CDC, [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)

Vissa svamparter uppvisar resistens mot antimykotika – läkemedel mot svamp. En farhåga är att användningen av fungicider, bekämpningsmedel mot svamp i jordbruket, bidrar till resistensutvecklingen hos sjukdomsframkallande svampar.

Ytterligare ett orosmoment är hur klimatförändringarna kommer att påverka var och hur svampar sprids framöver. Redan har flera svampars utbredning påverkats.

Med anledning av den globala ökningen av svampinfektioner har Världshälsoorganisationen, WHO, utsett en expertgrupp som ska identifiera vilka sjukdomsframkallande svampar som hotar folkhälsan och vilka prioriteringar som behöver göras inom forskningen om till exempel behandling och resistensproblematik.

## Mördarsvampar

Radioprogrammet *Mördarsvampar* i serien *P3 Dystopia*, som sändes den 12 maj 2021, handlar bland annat om sjukdomsframkallande svampar och tar upp flera av de exempel som ges i texten.

# Svamp och hälsa

Svamp finns både på och i oss människor. Ibland påverkar de oss inte alls – ibland gör de nytta eller skada. Allvarliga svampsjukdomar drabbar sällan friska individer men utgör ett växande globalt problem för människor med nedsatt immunförsvar.

I människans normala svampflora ingår flera släkter av jästsvampar. Vi hittar både basidiesvampar som *Malassezia* på huden och sporsäcksvampar som *Candida* i magtarmkanalen. Vissa av svamparna som lever på och i oss tycks hjälpa vårt immunförsvar men deras roll i exempelvis vårt magtarmsystem är inte alls lika utforskad som bakteriernas.

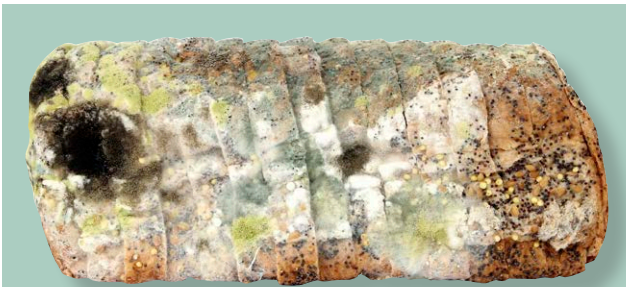
Svamp ligger bakom flera sjukdomar och åkommor. Fotsvamp orsakas vanligtvis av dermatofyter, svampar från släktet *Trichophyton*, som lever på proteinet keratin. Ibland kan även svampar från normalfloran göra oss sjuka. Vaginala svampinfektioner och torsk, den vita beläggning i munnen som bland annat kan ses hos spädbarn, orsakas i regel av *Candida*-svamp.

## När svamp blir livshotande

Människans kroppstemperatur och immunsystem håller många svampar borta och allvarliga svampinfektioner drabbar främst personer med nedsatt immunförsvar, som cancerpatienter och personer med hiv/aids. Svampinfektioner uppskattas döda över 1,5 miljoner människor i världen per år. *Candida*-svamp kan exempelvis orsaka blodförgiftning och jästsvamp av släktet *Cryptococcus* hjärnhinneinflammation. Mögelsvamp av släktet *Aspergillus* kan infektera våra lungor och här löper även personer som är svårt sjuka i influensa och covid-19 risk att drabbas.

Mukormykos, även kallad "black fungus", är en allvarlig svampsjukdom som i skrivande stund är extra omtalad i media då flera patienter som behandlats för covid-19 drabbats, framför allt i Indien. Att patienterna behandlats med immunhämmande läkemedel har föreslagits vara en bidragande faktor.

Ett problem vid behandling av svampsjukdomar är att svampceller är så pass lika människoceller att effektiva läkemedel kan ge svåra biverkningar, eftersom de även skadar våra egna celler.



## Mögelgifter

Foto: pixabay.com

Vissa mögelsvampar producerar ibland mykotoxiner, gifter, som kan finnas i våra livsmedel. Toxiner från svampsläktet *Aspergillus* kan förekomma i nötter, ris och torkad frukt. Mykotoxiner i vete och havre kommer ofta från släktet *Fusarium*. När bröd eller andra livsmedel möglar i hemmet är det svårt att säga vilka svampar och eventuella toxiner det rör sig om och Livsmedelsverkets generella råd är att inte äta mat som har möglat. Läs mer på [www.livsmedelsverket.se](http://www.livsmedelsverket.se).



Svamp från släktet *Penicillium*, även kallat penselmögel, kan vi tacka för både flera sorters antibiotika och ost, till exempel Camembert (*Penicillium camemberti*). *Penicillium*-släktet hör till gruppen sporsäcksvampar.

## Mediciner, vacciner och vitaminer

Några exempel på läkemedel som utvecklats från ämnen producerade av svamp är: flera antibiotikasorter, statiner (kolesterolsänkande substanser) och cyklosporin (som hämmar kroppens immunförsvar och möjliggör transplantationer). Genetiskt modifierade svampar används för att massproducera bland annat insulin, vaccin mot hepatit B samt vitamin B2.





## Prenumerant?

Teckna gärna en gratis prenumeration på Bi-lagan via formuläret på Bioresurs webbplats.


# Mars 2022

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik




Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      Söndag


v. 9

	28	Albin, Elvira 1 Fettisdagen 	Ernst, Erna 2	Gunborg, Gunvor 3	Adriana, Adrian 4	Tora, Tove 5	Ebba, Ebbe 6
--	----	--	---------------	-------------------	-------------------	--------------	--------------


v. 10

Camilla 7	Siv, Saga 8 Internationella kvinnodagen ♀	Torbjörn, Torleif 9	Edda, Ada 10	Edvin, Egon 11	Viktoria 12 Kronprinsessans namnsdag 	Greger 13
-----------	--	---------------------	--------------	----------------	---	-----------

v. 11

Matilda, Maud 14	Kristoffer, Christel 15	Herbert, Gilbert 16	Gertrud 17	Edvard, Edmund 18	Josef, Josefina 19	Joakim, Kim 20 Vårdagjämning 
------------------	-------------------------	---------------------	------------	-------------------	--------------------	--

v. 12

Bengt 21	Kennet, Kent 22 Biologiolympiaden, prov 2 Världsvattendagen	Gerda, Gerd 23	Gabriel, Rafael 24	Marie bebådelsedag 25	Emanuel 26	Rudolf, Ralf 27 Sommartid börjar 
----------	---	----------------	--------------------	-----------------------	------------	---

v. 13

Malkolm, Morgan 28	Jonas, Jens 29	Holger, Holmfrid 30	Ester 31	1	2	3
--------------------	----------------	---------------------	----------	---	---	---



Toppig giftspindling (*Cortinarius rubellus*) är en mycket giftig svamp.

Foto: Michael Krikorev, [www.svampguiden.com](http://www.svampguiden.com)

## Giftiga svampar

Flera svamparter i skogen kan bilda gifter som kan vara farliga för oss människor. Vissa påverkar magtarmkanalen, andra hjärnan och nervsystemet och ytterligare andra skadar levern och njurarna. Giftinformationscentralen har tagit fram broschyren *De farligaste giftsvamparna i Sverige*, som finns att ladda hem på många olika språk från [giftinformationscentralen.se](http://giftinformationscentralen.se). Där nämns följande sju svamparter: röd, brun, vit och lömsk flugsvamp samt panterflugsvamp, toppig giftspindling och stenmurkla.

Vanliga champinjoner, vilda och odlade, innehåller ämnen som misstänks vara cancerframkallande. Halten minskar vid tillagning och att äta ett par hekto champinjoner per månad anses innebära mycket liten risk. Läs mer på [www.livsmedelsverket.se](http://www.livsmedelsverket.se).



Vill du se mykorrhiza? Lyft försiktigt på ett tjockt lager mossa på en berghäll i skogen och titta på undersidan. Det vita och gula på bilden är mykorrhizabildande svampar och de inringade områdena visar mykorrhizan – trädrotspetsar och mycel i samarbete. Enskilda svamphyfer är inte synliga utan de trädor man ser är sammantvinnade hyfer. Det gula mycelet bildas av svampen gultrådsskinn (*Piloderma croceum*) – det vita kan vara någon av ett tusental svamparter, till exempel spindelskivlingar.

## De håller i trådarna

Över 90 procent av alla jordens växtarter samarbetar med svampar genom att de bildar mykorrhiza – det som uppstår när växternas rotspetsar och svamparnas hyfer kopplas ihop. Passa på att ta upp detta fascinerande samspel som pågår i det fördolda i undervisningen om ekologiska kretslopp, samspel och näringsvävar.

Endast en del av alla svamparter bildar mykorrhiza men majoriteten av växterna är beroende av detta samarbete. Genom mykorrhizan får svamparna socker av växterna samtidigt som svamparna förser växterna med vatten och näringsämnen, som kväve och fosfor – en mutualistisk symbios. Men det finns fler fördelar med samarbetet än så. Det underjordiska mykorrhizanätverk som bildas när hyfer från enskilda svampindivider kopplas ihop med rötter från flera olika trädindivider och vice versa kallas ibland för *wood wide web*. Där kan näringsämnen transporteras och omdistribueras även mellan växter, via svamparna. Studier har också visat att växter kan kommunicera med varandra via mykorrhizanätverken: En växt som angrips av en

Barrviolspindling (*Cortinarius harycnicus*) bildar bland annat mykorrhiza med gran.  
Foto: Michael Krikorev, [www.svampguiden.com](http://www.svampguiden.com)



växtätare eller växtpatogen kan utsöndra ämnen som sprids till närliggande växter och får dessa att utlösa försvarsmekanismer innan de själva angrips. Exakt hur detta går till och i hur stor grad det sker är dock inte klarlagt ännu men en förhoppning är att mer kunskap inom detta område skulle kunna användas för att förebygga angrepp på grödor.

### Ännu en dold symbios

Endofyter är små svampar som finns i alla växter. De lever inuti växters vävnader utan att skada dem och kan till och med hjälpa växten att stå emot torka, kyla, värme, näringsbrist, patogener och växtätare.



Bilden illustrerar att fruktkropparna vi ser i skogen bara utgör en liten del av hela svampen. Färgfälten av samma färg visar att de flesta svampar kan dela upp sig i flera separata mycel, så att genetiskt identiska individer – kloner – växer separerade från varandra. Svampars fruktkroppar lever vanligtvis en kort tid medan mycel i marken kan bli mycket gamla.

Källa och bildidé: Anders Dahlberg. Foto: Anton Larsson. Illustration: Cajsa Luthell





Tallört, som saknar klorofyll och därmed förmågan att fotosyntetisera, är beroende av mykorrhizanätverk för att få kol från träd, via svamparnas mycel, som den parasiterar på.

Foto: Alinja, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 4.0

# April 2022

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik



I Bi-lagan nr 2 2020 tar vi upp hur den banansort vi är vana vid riskerar att försvinna på grund av Panamasjukan, som orsakas av svamp.

## Inte bara till nytta

Vissa svampar lever som parasiter på växter och utgör ett stort problem för jordbruket. Vanliga och viktiga grödor som vete och ris drabbas alla av svampsjukdomar som gör att stora skördar går förlorade årligen världen över. Även skogsbruket är utsatt. I Sverige utgör rotticka, som orsakar rottröta hos granar, ett stort problem. I Bi-lagan nr 3 2020 skriver vi om hur rotsvampar angriper växter samt om almsjuka och askskottsjuka, som båda orsakas av svamp.



Rotticka (*Heterobasidion annosum*)  
Foto: James Lindsey, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 2.5

## Digital exkursion YouTube

Följ med på en digital svampexkursion i tolv avsnitt på Youtube, om mykorrhiza, rötsvampar, almsjuka, askskottsjuka, grankotterost med mera. Sök på *Svampkunskap – en introduktion till mykologi*. Exkursionen leds av mykologer vid institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi på Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, och var en del av en digital kurs som gavs sommaren 2020.

Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      Söndag

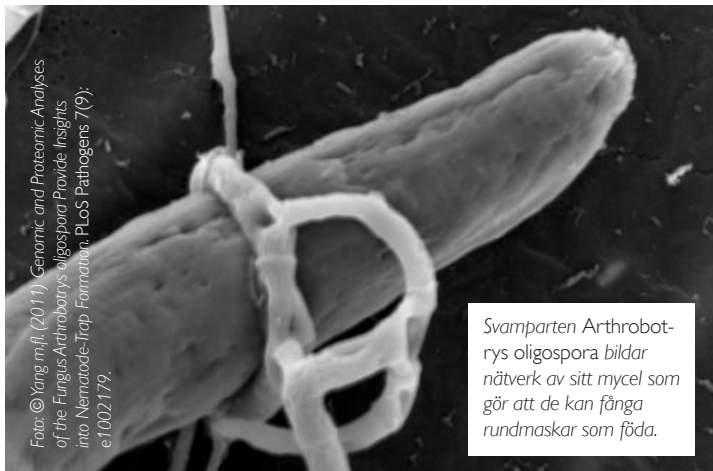
v. 13	28	29	30	31	Harald, Hervor 1	Gudmund, Ingemund 2	Ferdinand, Nanna 3
v. 14	Marianne, Marlene 4	Irene, Irja 5	Vilhelm, William 6	Irma, Irmelin 7	Nadja, Tanja 8	Otto, Ottilia 9	Ingvar, Ingvor 10
				Världshälsodagen			
v. 15	Ulf, Ylva 11	Liv 12	Artur, Douglas 13	Tiburtius 14	Olivia, Oliver 15	Patrik, Patricia 16	Elias, Elis 17
				Skärtorsdagen 	Långfredagen	Påskafton 	Påskdagen 
v. 16	Valdemar, Volmar 18	Olaus, Ola 19	Amalia, Amelie 20	Anneli, Annika 21	Allan, Glenn 22	Georg, Göran 23	Vega 24
	Annandag påsk	Sista ansökningsdag till höstens kurser på universitet och högskolor					
v. 17	Markus 25	Teresia, Terese 26	Engelbrekt 27	Ture, Tyra 28	Tyko 29	Mariana 30	1
	DNA Day 					Valborgsmässoafton Konungens födelsedag 	



Bladskärarmyror, som lever i tropiska och subtropiska skogar, skär ut blad och bär hem till sin svampodling.



Röd larvklubba (*Cordyceps militaris*) finns i Sverige och parasiterar på puppor.



Svamparten *Arthrobotrys oligospora* bildar nätverk av sitt mycel som gör att de kan fånga rundmaskar som föda.

# Vänner och fiender

Svamp är en viktig källa till föda för flera djur, stora som små. Men svamp kan också vara djurens fiende. Det finns till exempel rosvampar som fångar rundmaskar och andra svampar som orsakar sjukdomar som hotar hela arters existens.

Många djur i skogen, som sniglar, ekorrar och rådjur, äter svampars fruktkroppar. Men även hyferna i jorden äts, av markdjur som hoppstjärter och maskar. Vissa arter av skalbaggar, myror och termiter odlar sporsäcksvampar eller basidiesvampar. Svampodlingarna ger djuren mat och ibland även skydd mot mikrobiella angrepp. Svampen får i sin tur även den mat och skydd samt hjälp att sprida sig. Ett svenskt exempel på en svampodlare är randig vedborre (se bild nedan).

Bladskärarmyror, som lever i tropiska och subtropiska skogar, är svampodlare (se bild). De tar med sig utskurna bladbitar till sitt bo, som de tuggar sönder och ger åt en basidiesvamp, som myrorna i sin tur äter av. Olika arter av bladskärarmyror odlar olika svamparter. Myrorna och svampen de odlar är ömsesidigt beroende av varandra – men andra svamparter har förmågan att förvandla bladskärarmyror till "zombies".

## Zombiemyrorna

*Cordyceps* eller parasitklubbor är ett släkte parasitiska svampar som infekterar insekter och kan påverka deras beteende – bland annat bladskärarmyror. Infektionen gör att myran lämnar sin stig, klättrar uppåt i vegetationen och biter sig fast i ett blad där den sedan dör, placerad en bit ovanför marken. Långsamt växer därefter en fruktkropp ut genom myran och sporena faller ner över myrstigen, där de kan infektera nya myror.

Även i Sverige finns parasitklubbor. En av de vanligare arterna är röd larvklubba (se bild) som parasiterar på puppor av spinnare och nattflyn.

## Maskfällorna

Mikroskopiska rundmaskar, nematoder, kan leva farligt om vissa svampar finns i närheten. Det finns nämligen hundratals svamparter som jagar dem genom att gillra olika typer av fällor. En bildar

Svampar lever i magtarmkanalen hos idisslare, där de bryter ner växtfibrer.

Foto: pixabay.com



till exempel nätverk av sitt mycel som nematoderna kan fastna i (se bild). En annan skapar snaror som dras åt när en nematod rör sig genom dem. När svamparna väl fångat sitt byte växer hyfer in i det och bryter ned och absorberar vävnaden.

## Groddjuren hotade

Svamp är en fara för många groddjur. Hela 90 arter befaras ha utrotats och många andra hotas av svampsjukdomen chytridiomykos, som orsakas av parasitsvampar av släktet *Batrachochytrium*. I en artikel i Science\* från 2019 omnämns detta som den största förlusten av biologisk mångfald som kan kopplas till en sjukdom. Global handel tros vara en bidragande faktor till spridningen världen över. I Sverige upptäcktes sjukdomen för första gången hos frilevande groddjur 2010.

\* Scheele, Ben C. m.fl. (2019) Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity. *Science*, 363 (6434), s.1459-1463.



Vanlig padda (*Bufo bufo*). I Sverige är alla groddjur (groddor, paddor och salamandrar) fridlysta. Många är utrotningshotade.





Randig vedborre (*Trypoderon lineatum*) odlar svamp till sina larver.  
Foto: Udo Schmidt, commons.wikimedia.org. CC BY 2.0

# Maj 2022

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik



Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      **Söndag**

	25	26	27	28	29	30	Valborg          <b>Första maj</b> 	<b>1</b>
v. 17								
	Filip, Filippa 2	John, Jane 3	Monika, Mona 4	Gotthard, Erhard 5	Marit, Rita 6	Carina, Carita 7	Åke	<b>8</b>
v. 18								
	Reidar, Reidun 9	Esbjörn, Styrbjörn 10	Märta, Märta 11	Charlotta, Lotta 12	Linn, Linnea 13	Halvard, Halvar 14	Sofia, Sonja	<b>15</b>
v. 19								
	Ronald, Ronny 16	Rebecka, Ruben 17	Erik 18	Maj, Majken 19	Carola, Karolina 20	Konstantin, Conny 21	Hemming, Henning	<b>22</b>
v. 20			Fascinerande växters dag				Biologiska mångfaldens dag	
	Desideria, Desirée 23	Ivan, Vanja 24	Urban 25	Vilhelmina, Vilma <b>26</b>	Beda, Blenda 27	Ingeborg, Borghild 28	Yvonne, Jeanette	<b>29</b>
v. 21								
	Vera, Veronika 30	Petronella, Pernilla 31		<b>Kristi Himmelsfärdsdag</b>			Mors dag Veterandagen 	
v. 22								

## Svampen som slungar larver

Lungmasken *Dictyocaulus viviparus* är en allvarlig parasit som infekterar nötkreatur. Dess larver sprids via djurens avföring och infekterar nya djur, som äter upp larverna under betning. För att komma bort från avföringen och hamna i gräset tar larverna hjälp av en svamp. Slungmögel (svampsläktet *Pilobolus*) är vanligt förekommande i avföring från nötkreatur och bildar fruktkroppar med sporgömmor, så kallade sporangier (det svarta högst upp på fruktkroppen på bilden). Svampens sporer sprids när sporgömmorna skjuts iväg upp till tre meter. Lungmaskens larver åker snålskjuts på sporangierna genom att ta sig upp på dessa och invänta en fartfylld avfärd till nya marker.



Slungmögel: fruktkropp, med sporgömma i svart



### Sågtång

På sågtång (*Fucus serratus*, den inklippta brunalgen ovanför rutan) har man funnit minst 45 arter av marina svampar.

### Den svarta randen

På klippan ovan syns en svart rand strax ovanför vattenlinjen. Om ytan blir hal när den är våt är det cyanobakterier (av släktet *Calothrix*), om den är sträv är det saltlav (*Hydropunctaria maura*).

# Svampar på djupet

Svamp finns överallt, inte bara på huden, i skogen eller i kornas magar. Här följer en djupdykning i havet, en miljö vi sällan förknippar med svamp men där många arter väntar på att upptäckas.

Svampar som lever i havet kallas gemensamt för marina svampar. Flest arter hittas i marina bottensediment där de bidrar till en biologisk mångfald av eukaryota mikroorganismer. Marina svampar är viktiga nedbrytare i havsekosystemen och kan också leva i symbiotiska förhållanden med andra levande organismer, såsom alger, svampdjur (Porifera, se rutan till höger), koraller och musslor. Precis som på land varierar samspelet från parasitiska till mutualistiska förhållanden.

Intresset för marina svampar ökar bland forskare av flera skäl. Precis som landlevande svampar tillverkar marina svampar enzymer som bryter ned trä och annat biologiskt material – enzymer vi människor kan ha nytta av på olika sätt (se januariuppslaget). Svamparna kan även vara en källa till nya mediciner. Till exempel är de intressanta i jakten på nya bakteriedödande substanser. I havet hittas hela tiden hittills okända svamparter och vissa av dem tillverkar nya sorters antibiotika. För att kunna utnyttja de marina svamparna för läkemedelsutveckling behöver dock bättre odlingstekniker utvecklas.

Forskarna uppskattar att mindre än en procent av alla marina svamparter har beskrivits, vilket delvis beror just på att de är svåra att odla. Ett sätt att leta efter marina svampar är att använda sig av DNA-analys (se spalten bredvid kalendern nedan). Material att analysera fås dels genom att fånga svampar på träbitar utplacerade i havet och samla in drivved, dels genom att undersöka havsvattenprover.



Mikroskopbilder på sporer från marina svampar i Östersjön i Sverige. Vissa av sporererna har utskott som underlättar flytförmågan. De svarta strecken motsvarar 10 µm.

Källa: Tibell S. m.fl. (2020). A conspectus of the filamentous marine fungi of Sweden. *Botanica Marina*, 63(2), s. 141–153.



Foto (båda svampdjuren): Mikael Thollesson

Två svampdjur från Gullmarsn i Bohuslän: Haliciona (lilla bilden), växer på hårda substrat, som en vertikal klippvägg. *Suberites luetkenii* (stora bilden), hittas på mjukbotten, där den förankrar sig vid skalet till en kammussla.

## Svampdjur med svamp

I havet finns det både svampdjur (Porifera) och svampar (Fungi). Svampdjuren tillhör djurriket, som en av de mest primitiva formerna av flercelliga djur. De lever fastsittande, saknar specialiserade organ och livnär sig genom att filtrera organiskt material ur vattnet.

Både på och i svampdjuren lever mängder av mikroorganismer, bland annat svamp. I petriskälarna syns några av de svamparter som hittades på svampdjuret *Ircinia variabilis* utanför Kaliforniens kust. De visar vilken biologisk mångfald det finns av svamp som lever på svampdjur.



Foto: commons.wikimedia.org, CC BY 4.0





Corollospora borealis, en marin svamp som nyligen upptäckts i Sverige.

Foto: Sanja Tibell

# Juni 2022



Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      Söndag

v. 22	30	31	Gun, Gunnel 1	Rutger, Roger 2	Ingemar, Gudmar 3	Solbritt, Solweig 4  Pingstafton	Bo 5  Pingstdagen 
v. 23	Gustav, Gösta 6  Annandag pingst Sveriges Nationaldag Svenska flaggans dag 	Robert, Robin 7	Eivor, Majvor 8  Världshavsdagen	Börje, Birger 9	Boris, Svante 10	Bertil, Berthold 11	Eskil 12
v. 24	Aina, Aino 13	Håkan, Hakon 14	Margit, Margot 15	Axel, Axelina 16	Torborg, Torvald 17	Björn, Bjärne 18	Germund, Görel 19  De vilda blommornas dag
v. 25	Linda 20	Alf, Alvar 21  Sommarsolståndet 	Paulina, Paula 22	Adolf, Alice 23	Johannes Döparens dag 24  Midsommarafton 	David, Salomon 25  Midsommardagen 	Rakel, Lea 26
v. 26	Selma, Fingal 27	Leo 28	Peter, Petra 29	Elof, Leif 30	1	2	3

## DNA avslöjar arten

De flesta svampar både på land och i vatten är mikroskopiska och många är svårödlade. För att ta reda på vilka arter som finns i exempelvis marin ved eller i vattenprover kan man använda sig av så kallad DNA-barcoding.

### Vad finns i provet?

Metoden innebär att allt DNA som finns i ett prov analyseras samtidigt. Detta DNA kallas miljö-DNA eller eDNA, från engelskans *environmental DNA*, eftersom det innehåller en blandning av olika organismers DNA. Genom att jämföra DNA-fyndet med en databas kan man avgöra om en viss art finns i provet eller inte. Spårningen blir bättre ju fler arter som identifierats och lagrats i databasen.

### Vilken svamp har hittats?

Vid identifiering av svamp är det framförallt den nukleära regionen ITS (*Internal transcribed spacer*) som anses vara lämplig för barcoding. Denna sekvens i svampars DNA ser olika ut hos olika svamparter, men varierar väldigt lite mellan individer inom samma art. När en ny svampart upptäcks ska allt man vet om den nya svampen dokumenteras tillsammans med DNA-sekvensen för ITS-regionen. DNA-uppgifterna lagras i en databas, till exempel BOLD (*Barcode of Life Database*), som uppdateras kontinuerligt med nya data från sekvensanalyser världen över.

Avsändare och retur:  
Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik, Box 592, 751 24 Uppsala

## På gång hösten 2021

*Ett litet urval av Bioresurs aktiviteter:*

**21, 23 september:** Tema svamp med Johan Lindell (åk 1–6) och Anders Dahlberg (åk 7–9, gymnasiet)

**28, 29 september:** Biologisk mångfald med Naturskyddsföreningen (åk 1–6) och Naturhistoriska riksmuseet (åk 7–9, gymnasiet)

**26 oktober:** Hållbarhet och kreativitet i lågstadiets NO-undervisning med Cecilia Caiman (åk 1–3)

**2 december:** Bioresursdag med fokus på antibiotikaresistens och handlingskompetens (åk 7–9, gymnasiet)

*Alla evenemang är digitala. Anmäl dig via vår webbplats!*

## Flera webinarier om reviderade kursplaner

I höst medverkar Bioresurs i eftermiddagswebbinarier tillsammans med Skolverket och de nationella resurscentrumen i fysik, kemi, teknik samt naturvetenskapernas och teknikens didaktik för att ge vägledning kring de reviderade kursplanerna: den 12 (åk 1–3), 13 (åk 7–9), 19 (grundskolan) och 20 (åk 4–6) oktober.

Anmäl dig senast den 1 oktober. För mer information och länk till anmälan, sök på *Ljuset på skolans NT-undervisning HT21* på [www.krc.su.se](http://www.krc.su.se).



## Zooma med doktorand

I höst kan du anmäla din gymnasieklass till ett Zoom-möte med en biologidoktorand vid Uppsala universitet. Anmälan öppnar i augusti – håll utkik på Bioresurs webbplats!

## Vad kan du om svamp?

På [svampguiden.com/kunskapstest](http://svampguiden.com/kunskapstest) finns två digitala kunskapstest som går ut på att ta ställning till olika påståenden eller gissa rätt svamp genom att välja ett av fyra svarsalternativ. Testa dina kunskaper när du har läst detta nummer av Bi-lagan!

*Blodspindling (Cortinarius sanguineus) kan användas för att färga ullgarn rött.*

Foto: Michael Krikorev, [www.svampguiden.com](http://www.svampguiden.com)



## Bi-lagan

Bi-lagan ges ut av Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik, Bioresurs. Tidningen utkommer med tre nummer per år och riktar sig till alla som arbetar med uteverksamhet, naturorienterande ämnen och biologi, från förskola till gymnasium och vuxenutbildning.

Vid frågor om innehållet, kontakta redaktionen: [info@bioresurs.uu.se](mailto:info@bioresurs.uu.se)

*Redaktion:*

Lisa Reimegård (redaktör och layout)  
Ammie Berglund  
Kerstin Westberg  
Ida Solum  
Sofie Mellberg

*Omslagsbild (röd flugsvamp, Amanita muscaria):*  
Redaktionen

*Övriga foton:* Redaktionen, om inget annat anges.

*Prenumeration och fler exemplar av Bi-lagan:*

Att prenumerera på Bi-lagan, som papperstidning eller digitalt, är kostnadsfritt. Anmälningsformulär finns på [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se), där också samtliga hittills utgivna nummer finns tillgängliga i pdf-format. Kontakta redaktionen om extra exemplar av papperstidningen önskas.

*Annonsering:*

Vill du annonsera i Bi-lagan? Information finns under *Publikationer* på [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se).

*Upplaga:* 19 500 ex

ISSN 2000-8139

Tryck: DanagårdLITHO AB

Produktionen av tidningen är Svanen- och FSC-märkt.



Det är vi som jobbar på Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik:



**Ammie Berglund**  
Föreståndare  
[ammie.berglund@bioresurs.uu.se](mailto:ammie.berglund@bioresurs.uu.se)  
070-425 09 73



**Kerstin Westberg**  
Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial  
[kerstin.westberg@bioresurs.uu.se](mailto:kerstin.westberg@bioresurs.uu.se)  
018-471 50 65



**Lisa Reimegård**  
Redaktör för Bi-lagan  
[lisa.reimegard@bioresurs.uu.se](mailto:lisa.reimegard@bioresurs.uu.se)  
018-471 64 07



**Ida Solum**  
Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial  
[ida.solum@bioresurs.uu.se](mailto:ida.solum@bioresurs.uu.se)  
018-471 50 65



**Sofie Mellberg**  
Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial  
[sofie.mellberg@bioresurs.uu.se](mailto:sofie.mellberg@bioresurs.uu.se)  
018-471 50 65

Vill du ha fler exemplar av Bi-lagan, kontakta oss på [info@bioresurs.uu.se](mailto:info@bioresurs.uu.se).