

# Plísně v domě a bytě

164

**profi**  
&hobby

Kateřina Klánová

 GRADA®

**ODSTRAŇOVÁNÍ A PREVENCE**



# Plísně v domě a bytě

ODSTRAŇOVÁNÍ A PREVENCE

Kateřina Klánová

## **Poděkování**

*Za odborné konzultace děkuji RNDr. Jaroslavu Klánovi, CSc.*

*Pracovním Informačního centra České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě a časopisu Tepelná ochrana budov děkuji za trvalý zájem o mou práci.*

*RNDr. Kateřina Klánová, CSc.*

*www.plisne.com*

Kateřina Klánová

## **Plísně v domě a bytě odstraňování a prevence**

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400

jako svou 5338. publikaci

Odpovědná redaktorka Věra Slavíková

Jazyková korektura Mgr. Pavlína Zelníčková

Sazba Vladimír Velička

Fotografie v knize z archivu autorky

Fotografie na obálce z archivu autorky

Odborná recenze: Doc. Ing. Elena Piecková, MPH, PhD.

Doc. Ing. Jaroslav Solař, Ph.D.

Počet stran 104

První vydání, Praha 2013

Vytiskla Tiskárna PROTISK, s.r.o., České Budějovice

© Grada Publishing, a.s., 2013

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2013

*Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.*

ISBN 978-80-247-4790-3

TIRÁŽ ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-8827-2 (elektronická verze ve formátu PDF)

ISBN 978-80-247-8828-9 (elektronická verze ve formátu EPUB)

### **Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

# Obsah

Úvod.....	9
<b>1 Základní pojmy .....</b>	<b>10</b>
1.1 Význam mikroskopických vláknitých hub – plísní v životě člověka.....	11
1.2 Struktura a metabolismus houbové buňky .....	12
1.3 Výživa.....	12
1.4 Biodegradace.....	13
1.5 Podmínky pro život mikroskopických hub .....	14
1.5.1 Vlhkost .....	14
1.5.2 Teplota .....	16
1.5.3 Další požadavky.....	16
1.6 Rozmnožování plísní.....	16
<b>2 Negativní vliv plísní na lidské zdraví .....</b>	<b>19</b>
2.1 Onemocnění z budov .....	20
2.2 Alergická onemocnění – mykoalergie.....	21
2.2.1 Alergická onemocnění vyvolaná plísněmi.....	23
2.2.2 Diagnostika mykoalergií.....	24
2.3 Mykózy.....	24
2.4 Mykotoxiny .....	25
2.5 Těkavé organické látky .....	27
<b>3 Plísně z bytů a domů, které ovlivňují lidské zdraví .....</b>	<b>29</b>
3.1 Rod <i>Alternaria</i> .....	29
3.2 Rod <i>Aspergillus</i> .....	30
3.3 Rod <i>Cladosporium</i> .....	32
3.4 Rod <i>Penicillium</i> .....	33
3.5 Další, v obytném prostředí méně často nalézané druhy plísní .....	34

<b>4 Výskyt plísní v prostředí.....</b>	<b>38</b>
4.1 Výskyt plísní ve venkovním prostředí .....	38
4.2 Výskyt plísní ve vnitřním prostředí zdravých budov .....	39
4.3 Výskyt plísní ve vnitřním prostředí místností s porosty plísní na zdech .....	41
4.3.1 Vliv stavebního materiálu a vlhkosti na růst plísní na zdech.....	43
4.3.2 Uvolňování spor plísní do ovzduší.....	44
<b>5 Hodnocení výskytu plísní v prostředí.....</b>	<b>46</b>
5.1 Vyšetřování povrchů .....	46
5.2 Vyšetřování domácího prachu .....	46
5.3 Vyšetřování ovzduší.....	47
5.3.1 Historie vyšetřování plísní v ovzduší.....	47
5.3.2 Aktivní nasávání, sedimentační metody .....	48
5.3.2.1 Aktivní nasávání.....	49
5.3.2.2 Sedimentační metody .....	50
5.4 Hodnocení výskytu plísní v ovzduší .....	51
5.4.1 Standardy v jiných zemích.....	51
5.4.2 Hodnocení výskytu plísní v ovzduší v České republice .....	52
<b>6 Příčiny výskytu plísní v bytech a domech .....</b>	<b>53</b>
6.1 Havárie v objektech.....	53
6.2 Stavební závady.....	55
6.3 Nevhodné užívání bytů a domů .....	59
6.3.1 Vlhkost ve vzduchu .....	60
6.3.2 Zdroje vlhkosti pro ovzduší.....	61
6.3.3 Rosný bod.....	62
6.3.4 Kondenzace vzdušné vlhkosti.....	62
6.4 Nejčastější příčiny nevhodného užívání bytů a domů .....	64
6.4.1 Vaření.....	65
6.4.2 Sušení prádla v bytech.....	65
6.4.3 Malé prostory, způsob užívání jednotlivých místností, nerovnoměrné vytápění.....	67
6.4.4 Zařizovací předměty .....	67

<b>7 Zhoršení podmínek pro růst plísní.....</b>	<b>70</b>
7.1 Vytápění.....	70
7.2 Větrání .....	71
7.3 Vysušování a odvlhčování zdiva .....	74
7.4 Zateplování.....	77
7.5 Další možnosti prevence .....	78
7.6 Jak vybírat byt .....	79
<b>8 Plísňe na fasádách nových domů .....</b>	<b>81</b>
8.1 Příčiny výskytu mikroorganismů na fasádách .....	83
8.2 Mikroorganismy rostoucí na fasádách .....	83
8.2.1 Vliv na lidské zdraví .....	85
8.2.2 Vliv na stavbu .....	85
8.3 Preventivní opatření.....	85
<b>9 Nápravná opatření při výskytu plísní na pevných površích.....</b>	<b>88</b>
9.1 Základní požadavky na likvidaci plísní .....	88
9.1.2 Dezinfekce .....	88
9.1.3 Prevence.....	89
9.2 Postup odstranění plísní ze zdiva v interiéru .....	89
9.3 Odstraňování plísní z dalších míst.....	90
9.4 Kdy vyhledat odbornou pomoc.....	91
9.5 Výběr vhodného přípravku.....	91
<b>Malý slovníček lékařských pojmů .....</b>	<b>95</b>
<b>Seznam použité literatury a zdrojů.....</b>	<b>97</b>
<b>Rejstřík.....</b>	<b>102</b>





# Úvod

Člověk je součástí živé přírody. I plísně jsou její součástí. Plísně budou růst vždy tam, kde jim to člověk umožní. A v poslední době se docela snaží. Člověk i plísně.

Člověk si utěšňuje své obydlí ve snaze ušetřit peníze. A plísně toho využívají – jak někde najdou vlhkost, hned se tam zabydlí.

Máme nespočet informací, máme řadu norem a zákonů. Plísně je neznají, mají svůj život a nepromarní žádnou příležitost. Rozmnožují se a vytvářejí spory, aby se mohly rozšířit do všech míst, kde jim zabezpečíme dostatek vlhkosti. Produkují mykotoxiny a těkavé organické látky, které jim v přírodě slouží k boji s jinými živými organismy. I člověk je živý organismus.

Je mnoho otázek, na které neznáme odpověď.

Počká vzdušná vlhkost v ovzduší kuchyně s novými okny v zimě, než kuchařka uvaří, aby vyvětrala a pustila ji ven? Nebo má vařit s otevřeným oknem i v mrazech? A neochladí při tom zdi v kuchyni na teplotu pod rosným bodem?

Výrobci těsných oken říkají, že lidé nevětrají. Nevětrají dost. Ale kolik lidí dnes ví, že s novými okny se má větrat  $0,5 \text{ h}^{-1}$ ?

Počet dětí i dospělých, kteří mají alergii na plísně, se stále zvyšuje. Před 50 lety neexistoval obor dětská alergologie. Dnes si pěstujeme řepkové alergeny na obrovských lánech polí. Už dokážeme izolovat alergeny ze spor plísni i z pylu řepky olejně. Kdo ale umí zjistit, který alergen je prvním spouštěčem toho podivného stavu přecitlivělosti lidského organismu, který je odpovědný za vznik alergického onemocnění?

Větru a dešti neporučíme, to už víme. Neporučíme ani vodě. Té kapalně ani té ve vzduchu. Z teplého vlhkého vzduchu bude vždy vlhkost kondenzovat na chladných místech. Venku říkáme kondenzované vodě rosa a máme ji docela rádi. Na trávě. Ale nechceme ji v bytech ani na fasádách domů. Tam ne. A přesto tam bude. Venku určitě. V bytech a domech ji můžeme usměrnit.

Předložená publikace se snaží pomoci všem, kteří s plísněmi a vlhkostí bojují. Aby v tom boji byli úspěšnější.

# Základní pojmy

Termín plíseň je nevědecké označení pro skupinu mikroskopických vláknitých hub, které pokrývají povrch substrátu (materiálu, na němž rostou) jemným bílým nebo barevným myceliem nebo substrát prorůstají. Patří do říše hub, nejsou to ani rostliny, ani živočichové. V porovnání s bakteriemi však mají složitější stavbu těla. Nemají chlorofyl jako rostliny a výživu nepřijímají ústy ani žádným podobným útvarem jako živočichové. Označení plíseň je pro určitou skupinu hub používáno i v dalších jazycích, například v němčině (der Schimmelpilz), angličtině (mould, AmE mold) či italštině (la muffa). Toto nesystémové označení ukazuje, že určitá skupina hub má v životě člověka zvláštní postavení.

Říše hub je obrovská, zahrnuje více než sto tisíc druhů. Patří do ní plodnice jedlých hub stejně jako kvasinky používané při výrobě piva. Mikroskopické vláknité houby – plísně, které se vyskytují a případně mohou růst ve vnitřním prostředí bytů a domů a ve venkovním prostředí na fasádách, jsou jen malou částí této říše. S rozvojem techniky se zdokonalují metody určování jednotlivých druhů hub a nově popsaných druhů stále přibývá. Zájemci o přesné taxonomické zařazení mohou najít vše potřebné v příslušné odborné literatuře.

Jako plísně jsou označovány i některé kvasinky, a to i ty, které jsou známy z lékařské terminologie. **Kvasinky známé z lékařské mykologie se nevyskytují rostoucí na zdech či předmětech v bytech a domech ani na venkovních fasádách** a tato publikace o nich nepojednává.

Značná část populace – některé prameny uvádějí až 30 % – je postižena různými infekcemi keratinizované vrstvy kůže – dermatomykózami. Nejfrekventovanější dermatomykózou je onemocnění nohou včetně nehtů. Tyto infekce vyvolávají mikroskopické vláknité houby – dermatofyty. Některé dermatofyty se vyskytují i v půdě a ve vnějším prostředí mohou přežívat různě dlouhou dobu. **Dermatofyty nebyly nikdy zjištěny jako původci nárůstu plísní na zdech či předmětech v prostředí bytů a rodinných domů ani na venkovních fasádách.** V žádné části této knihy nejsou uvedeny.

## 1.1 Význam mikroskopických vláknitých hub – plísni v životě člověka

V životním prostředí jsou mikroskopické vláknité houby – plísně nepostradatelné. Rozkládají organickou hmotu a významně přispívají ke koloběhu látek a energie v přírodě. Bez jejich aktivity by nebyla recyklována organická hmota v přírodě a to by mělo pro člověka jako lidskou bytost nedozírné následky. Pouze plísně některých rodů jsou rozšířeny po celém světě (např. *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*).

Žijí v půdě, na rostlinách, na odumřelých rostlinných i živočišných organismech... prakticky všude, kde je organická hmota. Plísně jsou všeobecně přizpůsobivé k extrémním podmínkám prostředí. Dobře snášejí nízké pH, nízké teploty i nižší obsah využitelné vody. V přírodě soutěží s jinými mikroorganismy, a tak se u nich za dlouhou dobu jejich existence vyvinula schopnost produkovat různé látky. Některé z těchto látek slouží plísním v přírodě k boji s jinými organismy. V prostředí se dále stávají potravou jiných organismů, třeba hmyzu a roztočů.

Člověk se naučil jejich schopnosti využívat. V potravinářském průmyslu k výrobě salámů, sýrů nebo kyseliny citronové, ve farmaceutickém průmyslu k přípravě antibiotik a léčiv, při výrobě přípravků k biologické ochraně rostlin a mnoha dalších produktů.

Plísně však umějí ničit potraviny, zásoby krmiv, dřevo, kůži, papír i textilie, barvy, motorový olej i další průmyslové výrobky. Produkci mykotoxinů znehodnocují potraviny i krmiva a přímo ohrožují zdraví lidí i zvířat.

Mikroskopické vláknité houby – plísně, které známe z prostředí bytů a domů, mají několik vlastností, jež jsou z hlediska jejich výskytu v prostředí významné.

Jsou dokonale adaptovány na rozmanité podmínky prostředí. **Mají schopnost růst a přežít i v prostředí relativně chudém na živiny a vodu. Jejich spory (rozmnožovací částice) mohou přežít v prostředí velmi dlouhou dobu.**

Mohou žít jako paraziti na různých rostlinách a živočiších. Plísně, které známe z poškozených bytů, mohou ovlivňovat zdraví nejen člověka, ale i rostlin a živočichů. Onemocnění vznikají jako důsledek expozice sporám plísní, jejich vegetativní buňky nebo metabolity (látky, které plísně vytvářejí). Několik set druhů plísní se může příležitostně chovat patogenně, tj. způsobovat onemocnění člověka. Technika identifikace mikroskopických hub se však stále zdokonaluje. Na základě nových metod se zařazení druhů plísní mění, nejnovější informace lze vždy najít v odborné literatuře.

## 1.2 Struktura a metabolismus houbové buňky

Plísně mají pravé buněčné jádro ohraničené membránou i další buněčné orgány. Vegetační forma plísni se skládá z více či méně větvených vláken. Buněčnou stěnu mají obvykle tvořenu chitinem a glukánem.

Vedle primárního metabolismu, při kterém získávají energii a látky pro stavbu svých těl, je pro mikroskopické vláknité houby charakteristická tvorba a exkrece velkého počtu látek označovaných jako sekundární metabolity. K sekundárním metabolitům patří zejména antibiotika, mykotoxiny a těkavé organické látky. Patří sem i enzymy. Některé enzymy, které plísně vytvářejí, se uplatňují při patogenním působení v tkáních hostitele, a patří tedy k faktorům virulence.

## 1.3 Výživa

Mikroskopické vláknité houby – plísně jsou heterotrofní organismy, které energii a látky pro stavbu svých těl získávají z látek organického původu (zdrojem mohou být látky z rostlin, živočichů nebo jiných mikroorganismů).

Způsob výživy je:

- ▶ saprofytický – živiny jsou přijímány z **odumřelých** těl jiných organismů (většina plísni z domácností);
- ▶ parazitický – živiny jsou přijímány z jiných **živých** organismů (jen některé plísně z domácností);
- ▶ komensalismus – způsob života, při kterém plísně žijí v partnerství s jiným organismem, partner není poškozován, není to pro něj ale nijak výhodné;
- ▶ symbióza – způsob života, při kterém plísně žijí v partnerství s jiným organismem, partner není poškozován a je to pro něj výhodné.

Saprofytickým způsobem života přijímá výživu většina mikroskopických vláknitých hub. V této skupině jsou především plísně, které rozkládají organickou hmotu v přírodě. Patří sem však i plísně, které kazí potraviny nebo napadají a rozkládají různé produkty, jež člověk nevyrobil pro jejich potřebu.

Parazitický způsob výživy je charakteristický pro plísně, které způsobují choroby kulturních i divoce rostoucích rostlin. Plísně napadající rostliny se označují jako plísně *fytopatogenní*. Parazitickým způsobem života žijí i ty plísně, které napadají živé organismy studenokrevných a teplotokrevných živočichů. Těm se říká *zoopatogenní*

druhy plísni. Plísně označované jako *antropopatogenní* mohou růst i v těle člověka (viz kap. 2 *Negativní vliv plísni na lidské zdraví*).

Symbióza jako oboustranně výhodný vztah se uplatňuje v interiéru i exteriéru životního prostředí člověka. Právě plísně rostoucí na zdech bytů žijí často v symbióze s bakteriemi, kvasinkami, jinými plísněmi nebo amébami.

Ve venkovním prostředí je to především symbióza bakterií, plísni, kvasinek a řas, která vytváří všestranně výhodné podmínky pro růst plísni na fasádách domů. Toto společenství vytváří vrstvu podobnou bakteriálnímu biofilmu. Dochází ke složitým, v podstatě přesně nepopsatelným vztahům. Poměr žijících a již mrtvých mikroorganismů se mění, mrtví slouží jako výživa pro živé, vzájemně si pomáhají. Jejich vrstva na povrchu zadržuje vodu a prachové částice.

Živiny přijímají mikroskopické vláknité houby ze svého okolí buněčnou stěnou. Některé látky jsou příliš velké a buněčnou stěnou projít nemohou. To je důvod, proč plísně produkují celou řadu enzymů do okolního prostředí. V něm se velké molekuly pomocí enzymů rozloží na molekuly menší. Malé molekuly procházejí buněčnou stěnou snadno a tím různé enzymy pomáhají mikroskopickým houbám přijímat živiny.

Z hlediska nároků na výživu je většina plísni dosti skromná. Živin jim postačuje skutečně minimální množství. Jejich vlákna, kterými prorůstají substráty, jsou velmi jemná a mají značný aktivní povrch. Ten jim umožňuje přísun živin i z velmi chudých substrátů. Plísně mohou jako živiny využívat i drobné organické nečistoty ze vzduchu. Popisuje se, že plísně mohou růst i na kondenzátu lidského dechu či v místech otisků prstů. **Plísně mohou růst v místech, která jsou obecně pro život velmi nepříznivá.**

## 1.4 Biodegradace

Biodegradace je rozklad různých látek biologickými organismy. Schopností biodegradovat různé látky mohou plísně člověka výrazně poškozovat. Na druhou stranu mohou člověku biodegradacemi i pomáhat.

Příklady nežádoucích biodegradací je celá řada. V bytech a domech jsou nejčastěji napadány předměty z textilu a kůže. Rostoucí plísně textil znehodnocují degradací vláken, která ztrácejí barvu a jsou zeslabována. V případě kožených předmětů (*obr. 1*) rozkládají plísně tuky na mastné kyseliny. Ty způsobují na povrchu kůže neodstranitelné skvrny. Plísně rostou i na površích mnoha dalších materiálů. Vrstávají svým myceliem do struktury vláken a jejich odstranění není prakticky možné (*obr. 2*). Ve většině případů (v závislosti na stupni poškození) nelze následky růstu plísni odstranit vypráním nebo vyčištěním. Předměty jsou trvale znehodnoceny.



| **Obr. 1** Nežádoucí biodegradace kůže



| **Obr. 2** Nežádoucí biodegradace textilu a kůže

Významné je napadání předmětů v archivech, bytech a domech po záplavách či zatopení po hašení požárů vodou. V těchto místech je nejčastěji degradován papír a další materiály s obsahem celulózy. Vlhký papír je pro plísně velmi vhodným zdrojem živin.

Ve společenství s dalšími mikroorganismy a s pomocí faktorů prostředí, jako jsou zejména fyzikálně-chemické vlivy, pak mohou plísně napadat a rozkládat celou řadu materiálů včetně betonu.

K biodegradacím, které člověku pomáhají, patří především veškerá činnost plísní v přírodě, kde rozkládají zejména organické látky.

## 1.5 Podmínky pro život mikroskopických hub

### 1.5.1 Vlhkost

Ke svému životu a růstu potřebují mikroskopické vláknité houby – plísně bezpodmínečně vodu. **Dostatečná vlhkost prostředí je nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje růst plísní.** V suchém prostředí přežívají různě dlouhou dobu jejich rozmnožovací orgány, tj. spory.

Nároky mikroskopických vláknitých hub na vodu jsou nižší než u bakterií a kvasinek.

+

Plísně potřebují pro růst určitou vlhkost substrátu a určitou vlhkost okolí. Vlhkost substrátu a jeho ochota vodu uvolňovat spolu se vzdušnou vlhkostí ovlivňují růst plísní v závislosti na teplotě substrátu a okolního vzduchu. Růst plísní ale ovlivňuje i obsah živin v substrátu a další faktory. Tím je vytvořen složitý komplex požadavků, jež plísně potřebují pro svůj život. Tyto požadavky jsou jiné pro klíčení, jiné pro růst a rozmnožování a případně jiné pro tvorbu žádoucích či nežádoucích metabolitů. A aby to nebylo jednoduché, každý rod, každý druh, ale i každý jedinec – mikroskopická vláknitá houba – může mít vlastní specifické požadavky. Především z tohoto důvodu není možné výskyt plísní nikde přesně předpovídat.

Existují však přece jen některé obecné požadavky plísní na vlhkost.

Je to zejména **vlhkost substrátu**. Ta se může stanovovat jako obsah vody, který se uvádí ve hmotnostních procentech (tzv. hmotnostní vlhkost). Další možností, jak vyjádřit obsah vody v substrátu, je tzv. součinitel hygroskopické rovnováhy  $a_w$ , někdy označovaný jako vodní aktivita. Tato veličina udává poměr tlaku vodní páry v hygroskopickém materiálu k tlaku vodní páry nad čistou vodou za stejných podmínek. Pro čistou vodu platí  $a_w = 1$ .

Většina autorů odborné literatury se přiklání k názoru, že plísně mohou žít v materiálech, které mají obsah vody od  $a_w = 0,60$ .

Dalším požadavkem je **vlhkost okolního vzduchu**. O vlhkosti vzduchu pojednává kapitola 4 *Výskyt plísní v prostředí* a kapitola 6 *Příčiny výskytu plísní v bytech a domech*.

Nároky plísní na vlhkost jsou většinou mírně nižší pro klíčení než pro růst. A jinou hodnotu vlhkosti potřebují plísně pro uvolňování spor do okolního ovzduší.

Z hlediska nároků plísní na vlhkost materiálu mají nejnižší požadavky plísně z rodu *Aspergillus*.

Při hodnotách  $a_w$  nižších než 0,8 mohou žít i plísně rodu *Penicillium*. O něco vlhčí substráty ( $a_w = 0,8-0,9$ ) potřebují plísně rodu *Cladosporium* a v tomto ohledu jsou nejnáročnější plísně rodů *Alternaria* a *Stachybotrys* ( $a_w = 0,9$  i více).

Při růstu plísní na zdech či dalších substrátech v bytech a domech se tedy objevují různé druhy plísní v závislosti na tom, zda k výskytu zvýšené vlhkosti dojde jednorázovým vniknutím vody (například při haváriích), nebo dochází k pozvolnému zvlhčování materiálu ve stavebních (po kondenzaci vodní páry ze vzduchu při tzv. nevhodném užívání bytů (viz kap. 6.3 *Nevhodné užívání bytů a domů*)).

I když plísně vyžadují pro své životní pochody vysokou vzdušnou vlhkost, potřebují pro uvolňování spor do ovzduší jiné vlhkostní podmínky. V určitém vývojovém stadiu je pro uvolňování spor vhodné suché počasí s prouděním vzduchu. Z tohoto důvodu jsou nalézány nejvyšší počty spor plísní rodů *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum* i *Helminthosporium* a dalších právě v suchém letním počasí.

## 1.5.2 Teplota

Optimální teplota pro růst plísní je 18–28 °C, mohou však růst i při teplotách výrazně nižších či vyšších. Některé plísňe mohou přežívat i pod bodem mrazu, jsou i druhy plísní, které vytvářejí spory při teplotě kolem 0 °C. Plísňe vyskytující se v bytech a domech mohou dobře růst i při nižších teplotách. Jsou to zejména druhy rodu *Cladosporium*. Tyto plísňe mohou růst nejen na zdech bytu, ale i na potravinách v chladničkách při teplotě 5 až 8 °C.

Teploty nad 70 °C jsou pro mikroskopické houby likvidační. Některé plísňe patří mezi termotolerantní druhy, které mohou růst při teplotách kolem 40 °C. Druhy plísní, které způsobují mykotická onemocnění člověka, většinou preferují teplotu kolem 37 °C (tedy teplotu lidského těla).

## 1.5.3 Další požadavky

Mezi další faktory prostředí, které růst plísní ovlivňují, patří kyslík a pH substrátu.

Plísňe jsou aerobní organismy, pro svůj růst potřebují vzdušný kyslík. Proto rostou především na povrchu napadených materiálů, kde vytvářejí barevné povlaky. Kyslík je pro plísňe v dostatečném množství zajištěn jak v interiérech, tak exteriérech budov.

Optimální pH prostředí pro růst plísní je **mírně kyselé až neutrální**. Z tohoto důvodu mohou plísňe růst v kyselém prostředí různých ovocných výrobků. Většina plísní nežije v prostředí zásaditém. Této skutečnosti se využívá ve stavebnictví. Nové zdivo, nátěrové hmoty, fasádní barvy a další výrobky mají většinou zásadité pH. I dříve byla tato skutečnost využívána, například při bělení interiéru vápnem.

Plísňe si však mohou zásadité prostředí měnit na méně zásadité produkcí různých organických kyselin.

## 1.6 Rozmnožování plísní

Plísňe se rozmnožují úlomky mycelia nebo sporama (*obr. 3*).

Většina spor plísní má rozměry 2–20 μm (tisícín milimetru), i když i tady existují výjimky, například spory druhu *Alternaria alternata* mají velikost až 60 μm. Spory se liší tvarem a velikostí. Jsou adaptovány na přežití a rozšiřování, jejich stěna je chráněna proti vysychání. Častou složkou stěny je melanin (tmavý pigment), který spory plísní chrání před ultrafialovým zářením slunce. Spory slouží nejen k rozmnožování, ale i k přečkání nepříznivých podmínek prostředí. Šíří se vzduchem a hmyzem a přežívají i při extrémních podmínkách.



Z klíčící spory (obr. 4) vyroste vlákno, kterému se říká hyfa. V této fázi získávají plísňe živiny ze spory. Pro další růst již potřebují živiny ze substrátu. Vlákna se větví, rozrůstají a splétají do útvaru označovaného mycelium. Část mycelia zůstává na povrchu substrátu (povrchové, **vzdušné mycelium**) a část mycelia vrůstá do substrátu (podhoubí, **substrátové mycelium**).

Na specializovaných hyfách vzdušného mycelia se vytvářejí rozmnožovací útvary plísní – spory (obr. 5 a 6). Substrátové mycelium získává živiny ze substrátu.

Na agarových půdách v laboratoři se vytvářejí útvary, které se nazývají kolonie. Kolonie jsou různě barevné: bílé, žluté, růžové, zelené, hnědé, černé (obr. 7). Z jedné spory se vytvoří jedna kolonie, která je okem dobře viditelná.

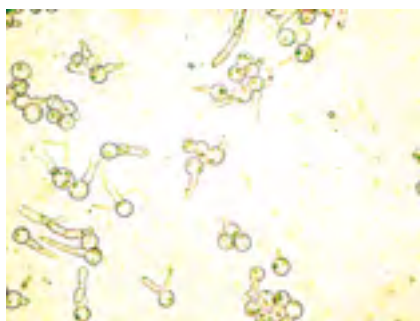
Makroskopický vzhled kolonie plísní, jejich zbarvení a tvar, zbarvení spodní strany kolonie plísní a především tvar rozmnožovacích orgánů a jejich uspořádání a tvar a velikost spor jsou základem určování plísní.

V posledních letech se pro identifikaci mikroskopických hub rozvíjí použití metod molekulárněbiologických, chemických i biochemických.

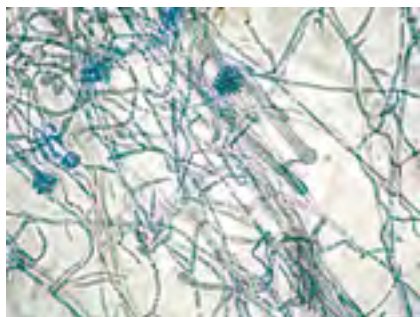
**Nejčastější způsob rozmnožování plísní je nepohlavním způsobem.** Při tomto způsobu rozmnožování předchází tvorbě spor pouze mitotické dělení. Stadium houby nepohlavního způsobu rozmnožování se označuje anamorfa (imperfektní, asexuální stadium).



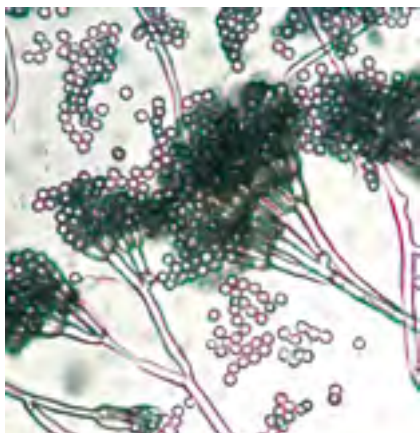
**Obr. 3** Spory a úlomky mycelia, rod *Cladosporium*



**Obr. 4** Klíčící spory plísní



**Obr. 5** Rozrůstání vláken plísní a vytváření specializovaných hyf, nepohlavní rozmnožování, *Aspergillus glaucus*



| **Obr. 6** Nepohlavní rozmnožování, specializované hyfy a spory, rod *Penicillium*

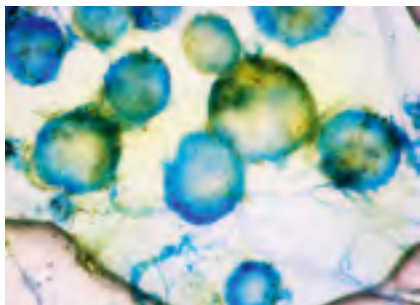


| **Obr. 7** Kolonie různých plísní na agarové půdě v laboratoři

Mikroskopické vláknité houby – plísně, které se rozmnožují nepohlavním způsobem, jsou také označovány jako mitosporické houby.

**Několik druhů plísní se rozmnožuje pohlavním způsobem.** Při pohlavním rozmnožování plísní vznikají spory meiózou uvnitř kulovitého nebo cylindrického vřeka. Vřeka jsou tenkostěnné buňky, které se nacházejí uvnitř plodnice (obr. 8). Stadium houby sloužící k pohlavnímu rozmnožování je označováno jako teleomorfa (perfektní, sexuální stadium).

Některé plísně se mohou rozmnožovat pohlavním i nepohlavním způsobem. Mají potom i jiné vědecké názvy. Například u anamorfního stadia druhu *Penicillium repens* je známo i teleomorfní stadium *Eurotium repens*, u anamorfního stadia druhu *Aspergillus glaucus* existuje teleomorfní stadium *Eurotium herbariorum*.



| **Obr. 8** Pohlavní rozmnožování, plodnice *Eurotium herbariorum* (izolace ze zdi bytu s plísněmi)

Klíčení, růst a vytváření spor (fruktifikace) závisí na vlhkosti, teplotě a dostupnosti živin. V ideálních podmínkách laboratoře se **z jedné spory plísně může za pět dnů vytvořit až jedna miliarda dalších spor.** Uvolňování spor z fruktifikačních orgánů závisí na vlhkosti, teplotě a proudění vzduchu (viz kap. 4.3.2 *Uvolňování spor plísní do ovzduší*).

## Negativní vliv plísní na lidské zdraví

Vliv plísní na lidský organismus je prakticky stálý. Plísně jsou všudypřítomné a provázejí člověka odnepaměti. Člověk je na inhalaci spor plísní dlouhodobě adaptován. V naprosté většině případů reaguje bez zdravotních následků. V současnosti však stále častěji dochází k inhalaci vyšších koncentrací spor plísní z ovzduší některých míst. **Vyšší koncentrace plísní a delší doba expozice vedou k patologickým stavům organismu.** Ty se projevují nejčastěji alergiemi a respiračními onemocněními. Systémové mykózy (plísně rostou a rozmnožují se v lidském těle) či mykotoxikózy (onemocnění způsobené toxiny plísní) se objevují méně často. Kancerogenní působení produktů plísní je u některých prokázáno, u jiných se předpokládá.

Jako příčina onemocnění plic byly plísně rodu *Aspergillus* poprvé popsány již v roce 1856.

Zvýšená pozornost se však na plísně soustředila až po smrti deseti archeologů, kteří se zúčastnili otvírání hrobky krále Kazimíra v Polsku v roce 1973. Následným výzkumem se zjistilo, že v hrobce bylo mnoho plísní, zejména druhu *Aspergillus flavus*. Spory těchto plísní a jejich toxiny, které archeologové vdechovali dlouhou dobu v uzavřeném prostředí hrobky, byly následně určeny jako příčina onemocnění s následkem smrti.

O tom, jaký bude výsledek setkání člověka s mikroorganismem, rozhodují tři okolnosti – virulence mikroorganismu (jeho schopnost způsobit onemocnění), velikost infekční dávky (koncentrace mikroorganismu) a schopnost člověka reagovat na vniklé agens (vnímavost makroorganismu).

U plísní je to stejné. **Různé druhy plísní způsobují různě závažná poškození zdraví. Koncentrace spor plísní v ovzduší rozhoduje o alergické či jiné reakci a vnímavost lidských jedinců reagovat na plísně je závislá na stavu imunitního systému (obranyschopnosti organismu).**

Zdravotní problémy v souvislosti s plísněmi jsou v poslední době popisovány stále častěji, a to z mnoha důvodů. Výjimečně vnímaví jedinci, pacienti s HIV odvozenými defekty imunitního systému, umírají v 10 % případů na mykotická onemocnění – aspergilózy plic, zatímco většina populace vdechuje spory aspergilů bez zdravotních následků. Tyto doposud výjimečné případy upozorňují na **význam výskytu plísní v ovzduší** a nesprávně interpretovány vedou k nadměrnému preventivnímu pou-

žívání dezinfekčních prostředků k eliminaci plísni. Používání fungicidních a dalších chemických přípravků spolu se soudobým způsobem života označovaným jako životní styl však vede k tomu, že je imunitní systém člověka stále více poškozován.

Nejčastějším zdravotním poškozením v důsledku inhalace spor plísni z ovzduší je alergická reakce. Kromě alergií se plísně mohou vyskytovat jako původci celé řady poškození lidského organismu, od lehkých forem poškození zdraví, jako je bolení hlavy nebo únava, až po onemocnění končící smrtí.

K poškození zdraví člověka přispívají i mykotoxiny a těkavé organické látky, které plísně vytvářejí. Mykotoxiny způsobují poškození především po požití. Jsou však v malých koncentracích přítomny ve sporách a myceliu plísni, které je produkují. Dalším faktorem ovlivňujícím zdraví v bytech a domech s plísněmi jsou těkavé organické látky, které plísně do ovzduší uvolňují při růstu na pevných površích a které vnímáme jako plísňový zápach.

Vzrůstá zájem i o sledování proteáz (enzymů, které plísně vytvářejí a které štěpí bílkoviny). Experimentálně byl prokázán jejich vliv na živé organismy. Ze spor plísni *Penicillium chrysogenum* se v tělech myši po inhalaci spor uvolňovaly proteázy, které způsobovaly významné zánětlivé reakce. Vytváření proteáz po inhalaci spor plísni zřejmě přispívá ke vzniku onemocnění z budov. Proteolytickými enzymy mohou být postiženy i plicní tkáně při proniknutí spor plísni do hlubších částí plic.

Na rozdíl od některých bakterií a kvasinek nejsou **mikroskopické vláknité houby – plísně součástí žádného zdravého lidského organismu.**

Z mnoha kazuistik i studií vyplývá **jednoznačný vztah mezi přítomností plísni v bytech a domech a koncentracemi plísni v ovzduší.** Časté jsou případy, kdy alergické či jiné zdravotní obtíže zmizí po sanaci plísni či po přestěhování se ze zaplísňené domácnosti. Jasná souvislost je prokázána mezi dýchacími potížemi a přítomností plísni a vlhkostí v bytech.

## 2.1 Onemocnění z budov

Onemocnění z budov (syndrom nezdravých budov, Sick building syndrome) je nespecifické onemocnění, které se vyskytuje převážně u zaměstnanců nových budov. Zdravotní potíže (nejčastěji extrémní únava a bolení hlavy) udávají lidé v kancelářích, školách i školkách. Počet osob s těmito příznaky stále stoupá. U tohoto typu obtíží jsou sice plísně podezřelým agens, ale důkazy pro tato tvrzení nejsou dostatečné.

V bytech a domech s plísněmi jsou často obyvateli udávány obtíže jako svědění očí, ucpaný nos, bolest v krku, chrapot, pálení a citlivost kůže a opakované záněty nosních dutin. Z údajů lékařů je zřejmé, že v takových objektech je častější i výskyt