

<b>1. BIOTECHNOLOGIE</b>	<b>9</b>
1.1. Definice biotechnologie	10
1.2. Historie biotechnologií	10
1.3. Hlavní oblasti použití biotechnologií v současné době	11
<b>2. HOUBY A HOUBÁM PODOBNÉ ORGANISMY</b>	<b>13</b>
2.1. Základní charakteristika a taxonomické zařazení	14
2.1.1. Stavba stélek hub	14
2.1.2. Taxonomické zařazení hub a houbám podobných organismů	15
2.2. Ekologické a trofické skupiny hub	18
2.3. Výživa hub	20
2.4. Genetika hub	20
2.4.1. Struktura a organizace houbového genomu	20
2.4.2. Zdroje genetické variability hub	21
2.4.2.1. Nepohlavní variabilita	21
2.4.2.2. Pohlavní variabilita	22
2.5. Příklady biotechnologicky významných hub	22
2.5.1. Vlákňité houby	22
2.5.2. Kvasinky	23
<b>3. PIVOVARNICTVÍ</b>	<b>26</b>
3.1. Pivo	27
3.2. Historie výroby piva	27
3.3. Současné technologie výroby piva	28
3.3.1. Výroba sladu	29
3.3.2. Příprava mladiny	30
3.3.3. Kvašení mladiny a dokvašování mladého piva	31
3.3.4. Závěrečné úpravy a stáčení zralého piva	34
3.4. Druhy a rozdělení piv	36
<b>4. VINAŘSTVÍ</b>	<b>39</b>
4.1. Historie vinohradnictví a vinařství	40
4.2. Charakteristika a rozdělení révových odrůd a vín	40
4.3. Výroba přírodních vín	43
4.3.1. Sklizeň	43
4.3.2. Úprava hroznů před lisováním	43
4.3.3. Lisování	44
4.3.4. Úprava révového moštu	45
4.3.5. Kvašení moštu	46
4.3.6. Formování vína	48
4.4. Nejdůležitější složky vína	53
4.5. Výroba sladkých, dezertních, kořeněných, šumivých, perlivých a speciálních vín	55
4.6. Další alkoholické nápoje vyráběné pomocí hub	57
<b>5. LIHOVARNICTVÍ</b>	<b>58</b>
5.1. Lihoviny	59
5.1.1. Lihoviny vyrobené teplou cestou	59
5.1.2. Lihoviny vyrobené studenou cestou	59

5.2.	Historie lihovarnictví	59
5.3.	Výroba etanolu fermentačním způsobem	60
5.3.1.	Biochemie etanolového kvašení	60
5.3.2.	Produkční mikroorganismy a suroviny pro výrobu lihu	60
5.3.3.	Výroba lihu z melasy	61
5.3.4.	Výroba lihu ze škrobnatých surovin	63
5.3.5.	Výroba lihu z ovoce	64
5.3.5.1.	Příprava ovoce	64
5.3.5.2.	Kvašení	64
5.3.5.3.	Skladování kvasu	65
5.3.5.4.	Destilace	65
5.3.5.5.	Skladování a zrání destilátů	65
5.3.6.	Výroba některých speciálních druhů lihovin	67
5.3.6.1.	Slivovice	67
5.3.6.2.	Tequila	67
5.3.6.3.	Whisky	67
5.3.6.4.	Rum	68
5.3.6.5.	Arak nebo arrack	68
5.3.6.6.	Vinný destilát – Cognac	68
<b>6.</b>	<b>POUŽITÍ HOUBOVÝCH MIKROORGANISMŮ K VÝROBĚ SÝRŮ A DALŠÍCH POTRAVIN</b>	<b>69</b>
6.1.	Sýry	70
6.1.1.	Historie výroby sýrů	70
6.1.2.	Rozdělení sýrů	71
6.1.2.1.	Dělení sýrů podle typu mléka	71
6.1.2.2.	Dělení podle obsahu tuku	71
6.1.2.3.	Dělení sýrů podle tvrdosti	72
6.1.2.4.	Další typy sýrů	72
6.1.3.	Výroba sýrů	72
6.1.3.1.	Mléko	73
6.1.3.2.	Pasterace mléka	73
6.1.3.3.	Standardizace a homogenizace mléka	73
6.1.3.4.	Úprava mléka před sýřením	73
6.1.3.5.	Mlékařské kultury	73
6.1.3.6.	Sýření mléka a zpracování sýřeniny	74
6.1.3.7.	Formování sýrů	74
6.1.3.8.	Solení sýrů	74
6.1.3.9.	Zrání sýrů	74
6.1.3.10.	Balení	75
6.1.4.	Výroba plísňových sýrů	75
6.1.4.1.	Sýry typu roquefort	76
6.1.4.2.	Sýry typu camembert	76
6.2.	Další potraviny vyráběné s pomocí houbových mikroorganismů	77
6.2.1.	Sójová omáčka	77
6.2.2.	Miso	77
6.2.3.	Tempeh	77
6.2.4.	Kombucha	78
6.2.5.	Tibetská houba (hindukušský hříbek)	78
6.2.6.	Další potraviny	78
6.3.	Výroba mikrobiální biomasy	80
6.3.1.	Charakteristika droždí	80

6.3.2.	Technologické schéma výroby droždí	80
6.4.	„Single cell“ proteiny – bílkoviny jednobuněčných organismů	81
<b>7.</b>	<b>PRODUKCE JEDLÝCH HUB</b>	<b>82</b>
7.1.	Úvod	83
7.2.	Seznam volně rostoucích a pěstovaných jedlých hub určených k přímému prodeji nebo k dalšímu průmyslovému zpracování pro potravinářské účely	83
7.3.	Pěstování hub	85
7.3.1.	Žampiony	85
7.3.2.	Hlívy	88
7.3.3.	Šiitake (shiitake)	90
7.3.4.	Boltcovitka ucho Jidášovo	94
7.3.5.	Límcovka obrovská	95
7.3.6.	Polnička topolová	95
7.3.7.	Penízovka sametonohá	96
7.3.8.	Opeňka měnlivá	96
7.3.9.	Hnojník obecný	97
7.3.10.	Kukmák sklepní	97
7.3.11.	Lanýže	97
7.3.12.	Smrže	98
7.3.13.	Jedlé mikroskopické houby	98
<b>8.</b>	<b>HOUBY V LÉKAŘSKÉ BIOTECHNOLOGII</b>	<b>101</b>
8.1.	Antibiotika	102
8.1.1.	Historie objevu antibiotik	102
8.1.2.	Penicilín	103
8.1.2.1.	Rod <i>Penicillium</i>	103
8.1.2.2.	Výroba penicilínu	104
8.1.3.	Cefalosporiny	105
8.1.4.	Griseofulvin	105
8.1.5.	Fusidany	106
8.1.6.	Ostatní antibiotika produkovaná houbami	106
8.2.	Antivirové látky z hub	106
8.3.	Protinádorové přípravky z hub	106
8.4.	Imunosupresivní přípravky z hub	108
8.5.	Imunostimulační přípravky z hub	108
8.6.	Statiny	110
8.7.	Námelové alkaloidy	110
8.7.1.	Rod <i>Claviceps</i>	111
8.7.2.	Průmyslová produkce námelových alkaloidů	112
8.8.	Další způsoby využití hub v lékařství	113
8.8.1.	Transformace steroidů houbami	113
8.8.2.	Biotransformace dalších farmakologicky aktivních látek	113
8.8.3.	Lékařské aplikace houbových enzymů	113
8.8.4.	Rozmanité využití hub v lékařství	113
<b>9.</b>	<b>PRODUKCE BIOCHEMICKÝCH LÁTEK HOUBAMI</b>	<b>115</b>
9.1.	Organické kyseliny a jiné metabolity rodu <i>Aspergillus</i>	116
9.1.1.	Kyselina citronová	116
9.1.1.1.	Výroba kyseliny citronové	117
9.1.2.	Kyselina glukonová	117

9.1.3.	Kyselina galová	118
9.1.4.	Kyselina itakonová	118
9.1.5.	Kyselina fumarová	118
9.1.6.	Organické kyseliny a jiné metabolity rodu <i>Aspergillus</i>	118
9.1.7.	Využití kvasinek k produkci organických kyselin	118
9.2.	Průmyslové alkoholy	119
9.3.	Polyhydričné alkoholy	120
9.4.	Polysacharidy	120
9.4.1.	Výroba chitosanu	120
9.5.	Aminokyseliny	121
9.6.	Enzymy	121
9.7.	Lipidy	122
9.8.	Gibereliny	122
9.9.	Vitamíny	122
9.9.1.	Vitamín B <sub>1</sub> (thiamin)	123
9.9.2.	Vitamín B <sub>2</sub> (riboflavin)	123
9.9.3.	Provitamín A (β-karoten)	123
9.9.4.	Provitamín D <sub>2</sub> (ergosterol)	123
9.10.	Další využití látek produkovaných houbami	124

## 10. VYUŽITÍ HOUBOVÝCH BIOTECHNOLIÍ V ZEMĚDĚLSTVÍ 125

10.1.	Využití houbových organismů v biologické ochraně	126
10.1.1.	Houbové organismy používané v biokontrolě hmyzích škůdců	126
10.1.1.1.	<i>Beauveria bassiana</i>	126
10.1.1.2.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	126
10.1.1.3.	<i>Lecanicillium lecanii</i> (syn. <i>Verticillium lecanii</i> )	127
10.1.1.4.	Komerční produkce zástupců vřeckovýtrusých hub používaných k biologické ochraně	127
10.1.1.5.	Entomophthorales	127
10.1.1.6.	<i>Lagenidium giganteum</i>	130
10.1.1.7.	<i>Ophiocordyceps</i> spp.	130
10.1.1.8.	Mikrosporidie	131
10.1.2.	Využití hub v biologické kontrole hádátek	131
10.1.3.	Využití hub v biologické kontrole plevelů	132
10.1.4.	Využití hub v biologické kontrole houbových chorob	132
10.1.4.1.	<i>Trichoderma</i> spp.	132
10.1.4.2.	Další mikromycety využívané v biologické ochraně	134
10.1.4.3.	<i>Ampelomyces quisqualis</i>	134
10.1.4.4.	<i>Phlebiopsis gigantea</i> (kornatec obrovský)	134
10.1.4.5.	<i>Pythium oligandrum</i>	135
10.2.	Biotechnologie a využití hub ve výživě rostlin	135
10.2.1.	Mikrobiální společenstva půd	135
10.2.2.	Využití mykorhizní symbiózy pro zlepšení růstu rostlin	135
10.2.2.1.	Ektomykorhizní symbióza	139
10.2.2.2.	Arbuskulární mykorhizní symbióza	139
10.2.2.3.	Orchideoidní mykorhizní symbióza	141

## 11. HOUBY V BIODEGRADACI A BIODETERIORACI 142

11.1.	Příklady role hub v biodegradaci a biodeterioraci	143
11.2.	Houby rozkládající dřevo	143
11.2.1.	Typy hniloby dřeva	145
11.2.2.	Dřevomorka domácí ( <i>Serpula lacrymans</i> )	145

11.2.3.	Popraška sklepní ( <i>Coniophora puteana</i> )	146
11.2.4.	Další druhy dřevokazných hub, nacházených v budovách	146
11.2.5.	Biologická ochrana vůči dřevokazným houbám	148
11.3.	Mikromycety na omítkách v interiérech domů	148
11.3.1.	Biologická ochrana vůči mikromycetám na zdivu	148
11.4.	Houby a biodeteriorace potravin	150
11.5.	Houbová deteriorace skladovaného ovoce a zeleniny	151
<b>12.</b>	<b>VYUŽITÍ ROZKLADU LÁTEK HOUBAMI V OCHRANĚ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, PAPIRENSKÉM PRŮMYSLU A MINERÁLNÍ TECHNOLOGII</b>	<b>154</b>
12.1.	Bioremediace	155
12.1.1.	Mykoremediace	155
12.1.1.1.	Příklady použití hub v mykoremediaci	155
12.1.2.	Kompostování	157
12.1.2.1.	Houbové mikroorganismy v kompostování	157
12.2.	Další příklady využití biodegradačních schopností hub	159
12.2.1.	Úprava splašků pomocí hub	159
12.2.2.	Využití hub pro zpracování odpadů z výroby destilátů	159
12.2.3.	Využití hub pro zpracování odpadů z přípravy konzumovaných brambor	159
12.2.4.	Zpracování tekutých odpadů z koželužství pomocí hub	159
12.2.5.	Odbarvení melasy	160
12.2.6.	Odbarvování dalších průmyslových odpadů	160
12.2.7.	Využití hub k získávání kovových iontů z roztoku (biosorpce)	160
12.2.8.	Využití dřevních dekompozitorů ke zpracování lignocelulózy	160
12.2.9.	Gasifikace (zplynatění) lignocelulózy pomocí hub	161
12.2.10.	Rozpouštění uhlí	161
12.2.11.	Použití kvasinek k odstranění parafinů a vosků	161
12.2.12.	Houby v minerální biotechnologii – vyluhování kovů z rud	161
12.3.	Houbové textilie	162
<b>13.</b>	<b>VYUŽITÍ HOUBOVÝCH ORGANISMŮ V MOLEKULÁRNÍ BIOLOGII A GENOVÉM INŽENÝRSTVÍ</b>	<b>165</b>
13.1.	Principy genové manipulace	166
13.1.1.	Historie a výhody využití eukaryot oproti bakteriím	166
13.1.2.	Rekombinantní plazmidy hub	168
13.1.3.	Projekty sekvenace genomů hub	170
13.2.	Houby využívané v genovém inženýrství a k produkci rekombinantních proteinů	170
13.2.1.	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	170
13.2.2.	<i>Pichia pastoris</i>	171
13.2.3.	Další kvasinky	171
13.2.4.	Vláknité askomycety	172
13.2.5.	Zygomycety	172
13.3.	Neribozomální peptidy	173
13.4.	Výhled do budoucna	173
<b>14.</b>	<b>PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY</b>	<b>174</b>

Biotechnologie je praktická disciplína, která využívá biologické systémy, živé organismy nebo jejich složky k určité výrobě nebo jejich přeměně s cílem jejich průmyslového použití.