

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Technická fakulta  
Katedra: Technologická zařízení staveb

**Využití odpadních kvasnic jako aditiva pro  
potravinářský a krmivářský průmysl**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Ladislav Chládek, CSc.

Autor práce: Bc. Jiří Bahenský

Praha 2015

---

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bahenský Jiří

Technologická zařízení staveb

Název práce

**Využití odpadních kvasnic jako aditiva pro potravinářský a krmivářský průmysl**

Anglický název

**The use of waste yeast as an aditivum for food industry**

---

### Cíle práce

Stanovit parametry pro možnost využití odpadních kvasnic z pivovarského provozu jako aditiva pro potravinářský a krmivářský průmysl.

### Metodika

1. Provést literární rešerši řešené problematiky
2. Stanovit inovační stupeň aplikace odpadních kvasnic pro vyšší zhodnocení krmiva
3. Technicko-ekonomické zhodnocení inovačního stupně
4. Experimentální práce
5. Vyhodnocení výsledků experimentální práce
6. Závěr

### Osnova práce

1. Úvod
2. Literární rešerše
3. Stanovit výchozí parametry vybraného podniku
4. Návrh inovačního stupně
5. Experimentální práce a její vyhodnocení
6. Závěr

---

**Rozsah textové části**

40 až 50 stran

**Klíčová slova**

pivo, odpadní kvasnice, aditivum, krmivo, potraviny

---

**Doporučené zdroje informací**

1. Kunze, W.: Technologie Brewing and Malting., VLB. Berlin 2010, ISBN 978-3-921690-64-2
  2. Basaňová, G. a kol.: Pivovarství, VŠCHT Praha, 2010, ISBN 978-80-7080-734-7,
  3. Chládek, L. a kol.: The possibility of the use of RNA from brewery spent yeast for enrichment of cattle feed, TAE 2007, CULS Prague 2007, ISBN 978-80-213-1668-3,
  4. Journals: Brauwelt, Kvasný Průmysl, etc.
- 

**Vedoucí práce**

Chládek Ladislav, doc. Ing., CSc.

**Konzultant práce**

Ing. Petr Vaculík, Ph.D

**Termín zadání**

listopad 2013

**Termín odevzdání**

duben 2015

  
**doc. Ing. Miroslav Příkryl, CSc.**

Vedoucí katedry



  
**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan fakulty

V Praze dne 3.2.2014

---

### Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením docenta ing. Ladislava Chládky, CSc. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne:

.....

podpis autora

## Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Ladislavovi Chládkovi CSc. za odbornou pomoc a další rady při konzultacích mé diplomové práce. Dále bych také velice rád poděkoval panu Ing. Vladimírovi Plachému Ph.D. za pomoc při vedení praktické části diplomové práce. Dále bych poděkoval panu Ing. Jiřímu Součkovi Ph.D. za poskytnutí měření na pellet testeru ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v.v.i. a Bohuslavovi Joštovi z katedry zemědělských strojů za pomoc při průběhu měření.

**Abstrakt:** Cílem této diplomové práce v obecné části bylo popsat kvasinkovou buňku a jednotlivé fáze růstu kvasinek. Dále jsou popsány typy spodních a svrchních pivovarských kvasnic. Další kapitola obsahuje ošetrování kvasnic pro další nasazení, ošetření kvasnic vibračním sítem, praní kvasnic ledovou vodou a kyselé praní kvasnic. Dále jsou v této kapitole popsány způsoby propagace kvasinek v propagační stanici a laboratorní propagace. Dále je popsán způsob získání piva z odpadních kvasnic. Zde jsou popsány zařízení, které se používají. Mezi ně patří vertikální talířová odstředivka, horizontální bubnová odstředivka (dekantér) a membránový filtr. Dále je v práci popsáno využití odpadních kvasnic jako aditiva pro krmení hospodářských zvířat a využití v potravinářských výrobcích jako jsou Pangamin, Marmite a Vegemite. Cílem v praktické části bylo stanovení mechanické odolnosti (PDI) granulí. Granule se tvořily pro tři různé krmné směsi. Krmné směsi se tvořily pro telata, prasata a nosnice. V alternativní praktické části bylo cílem odzkoušení krmiva pro brojlerová kuřata. Byly použity dvě základní složky a to lupina úzkolistá a hrách. Cílem bylo porovnat rozdíly ve spotřebě krmiva, jatečné výtěžnosti, hmotnostních přírůstcích atd. Kvasnice se přidávaly v usušeném stavu do 6 % celkového objemu krmiva.

**Klíčová slova:** odpadní kvasnice, aditiva, krmivo, krmná směs, Pangamin

**Summary:** The aim of this diploma thesis was to describe yeast cell and each phase of yeast growth. Further are described types bottom and upper brewer's yeast. Next chapter contains treatment yeast for further deployment, treatment yeast of vibrating sieve, wash yeast in ice water and acid wash of yeast. In this chapter are described ways propagation of yeast in propagation device and laboratory propagation. Also is described way obtaining beer from waste yeast. There are described devices, that are used. These include vertical disk centrifuge, horizontal centrifuge drum (decanter) and membrane filter. In this diploma thesis is described use of waste yeast as additives to feed farm animals and use in food products such as Pangamin, Marmite and Vegemite. The aim in practical part was assessment of mechanical durability (Pellet Durability Index) pellets. The pellets have been created for three different feeding mixtures for calves, pigs and layers. The aim in alternative practical part was testing of feed for broiler chickens. They were used two basic components namely blue lupine and pea. The aim was compare differences in feed consumption, carcass yield, weight gains etc. Yeast were added in the dried state to 6 % total capacity of feed.

**Key words:** waste yeast, aditivum, fodder, feeding mixture, Pangamin

# Obsah

1	Úvod .....	1
2	Základní pojmy .....	3
2.1	Kvasinková buňka .....	3
2.2	Buněčná stěna pivovarské kvasnice .....	3
2.3	Periplasma, cytoplasmatická membrána, cytoplasma .....	4
2.4	Chemické složení pivovarské kvasnice .....	4
2.5	Růst kvasinek .....	5
2.5.1	Latentní fáze .....	5
2.5.2	Zrychlující fáze .....	5
2.5.3	Exponenciální fáze .....	5
2.5.4	Zpomalující fáze .....	5
2.5.5	Stacionární fáze .....	5
2.5.6	Klesající fáze .....	5
2.6	Flokulace a sedimentace pivovarských kvasinek .....	6
2.6.1	Popis flokulace .....	6
3	Pivovarské kvasinky .....	6
3.1	Svrchní a spodní pivovarské kvasinky .....	6
3.2	Tvorba metabolitů při kvašení .....	7
3.3	Stresové faktory pivovarských kvasinek .....	7
3.3.1	Chemické stresy .....	7
3.3.2	Oxidativní stres .....	8
3.3.3	Osmotický stres .....	8
3.3.4	Mechanický stres .....	8
3.3.5	Hydrostatický stres .....	9
3.3.6	Teplotní stres .....	9
3.3.7	Hodnota pH jako stresový faktor .....	9
4	Kvasničné hospodářství .....	9
4.1	Ošetřování kvasnic pro další nasazení .....	9
4.1.1	Ošetření kvasnic vibračním sítem .....	11
4.1.2	Praní kvasnic ledovou vodou .....	12
4.1.3	Kyselé praní kvasnic .....	12
4.2	Úschova kvasnic .....	13
4.3	Propagace čisté kvasinkové kultury .....	14
4.3.1	Základy propagace kvasnic .....	16
4.3.2	Propagace kvasinek v laboratoři .....	17
4.4	Dávkování kvasnic .....	18
4.5	Odpouštění a opětovné nasazení kvasnic v CKT .....	19
5	Způsoby separace piva z odpadních kvasnic .....	19
5.1	Vertikální talířová odstředivka .....	19
5.2	Horizontální bubnová odstředivka .....	20
5.3	Membránová technika .....	21
6	Využití pivovarských kvasnic jako aditiva v krmivářském průmyslu .....	23
6.1	Sušené pivovarské kvasnice .....	25
6.2	Tekuté pivovarské kvasnice .....	27
6.3	Aditiva pro krmení hospodářských zvířat .....	28
6.4	Aditiva pro výkrm brojlerových kuřat .....	28
7	Využití odpadních kvasnic v potravinářském průmyslu .....	29
7.1	Pangamin .....	32

8	Mlátové hospodářství .....	34
8.1	Pivovarnické mláto .....	34
9	Praktická část .....	36
9.1	Metodika stanovení mechanické odolnosti granulí pro hospodářská zvířata .....	36
9.2	Použité stroje a zařízení .....	37
9.2.1	Briketovací lis JGE 120-6110 .....	37
9.2.2	Pellet Tester Holmen NHP 100 .....	42
9.3	Sušení krmných směsí .....	43
9.4	Rozdružení granulí od odrolu.....	44
9.5	Měření mechanické odolnosti (PDI) granulí.....	45
10	Praktická část alternativa .....	47
10.1	Metodika výkrmu brojlerových kuřat.....	47
10.2	Přírůstky na hmotnosti .....	51
10.3	Jatečná výtěžnost brojlerových kuřat .....	53
10.4	Spotřeba a konverze krmiva.....	57
11	Závěr.....	58



# 1 Úvod

Význam odpadních pivovarských kvasnic je v krmivářském i potravinářském průmyslu. Odpadní kvasnice jsou kvasnice z vícenásobného použití při kvašení mladiny. V krmivářském průmyslu jsou kvasnice používány jako aditivum pro vytvoření krmné směsi ke krmení hospodářských zvířat. Mohou se použít jak v tekuté tak i sušené podobě. Tekutá forma se používá ke krmení prasat v mokrých krmných systémech. Sušení kvasnic probíhá na sprejové sušárně. Obecně lze říct, že kvasnice se ke krmení hospodářských zvířat používají z důvodu, že působí stimulačně, podporují imunitní systém zvířat, zlepšují stravitelnost dusíkatých látek, eliminují průjem, zlepšují vývoj kůže a kvalitu srsti, zlepšují reprodukci. V potravinářském průmyslu se z kvasnic vyrábějí produkty jako např. Pangamin, pomazánka Marmite a Vegemite. Kvasnice jako aditivum nachází uplatnění z důvodu, že obsahují vysoce stravitelné dusíkaté látky. Jedná se především o aminokyseliny. Jsou také zdrojem vitamínů skupiny B. Pro člověka mají význam, že se používají při léčbě nervových onemocnění, při zánětlivých kožních chorobách, při jaterních chorobách a při problémech se zažívacím traktem. V práci jsou také popsány způsoby propagace kvasnic. Dále je také popsány různé možnosti použití technických zařízení pro získání piva ve velkých pivovarech. V praktické části byl proveden pokus s brojlerovými kuřaty, což jsou monogastrická zvířata. Rozdíl mezi polygastrickými zvířaty a monogastrickými je především v tom, že se používají jiné krmné směsi. Obecně polygastrická zvířata (skot, ovce, kozy) potřebují objemná krmiva, zatímco monogastrická zvířata (prasata, drůbež) potřebují především koncentrovaná krmiva. To znamená, že monogastrická zvířata potřebují krmivo s nižším obsahem vlákniny. Je to z důvodu, že tráví vlákninu omezeně v tlustém střevě. Kuřata byla vykrmována krmivem na bázi lupiny úzkolisté (dále jen lupina) a hrachem. Lupina je významným zdrojem dusíkatých látek (32 – 36 %), a tuku

(5 – 7 %) s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin. Obecně mají lupiny vyrovnaný rozsah aminokyselin. Oproti zrninám mají nízký obsah škrobu (4 – 10 %). Hrách má obsah škrobu v rozmezí 40 až 45 %. Obsah vlákniny je u lupiny 15 až 16 % a u hrachu je 5 až 7 %. Přibližně 20 % hmotnosti zrna lupiny tvoří jeho slupka. Ta nachází využití pro lidskou výživu. V lidské výživě vláknina lupiny snižuje hladinu cholesterolu a zlepšuje střevní peristaltiku. V praktické části bylo provedeno vytvoření tří krmných směsí podle receptur, které se běžně používají pro výkrm a stanovení mechanické odolnosti granulí. První krmná směs je určena pro výživu telat od 3 do 6 měsíců. Zkrmuje se především granulovaná a tvoří doplněk krmné dávky telat při mléčné výživě a později statkových krmiv. Druhá krmná směs

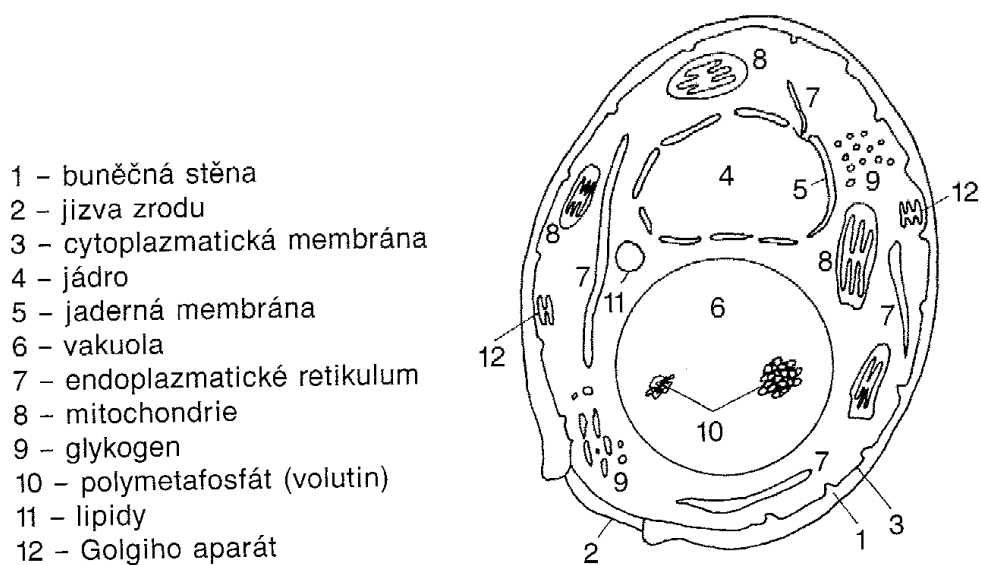
je určena pro konečnou fázi výkrmu prasat nad 65 kg živé hmotnosti. Zkrmuje se v suchém nebo zvlhčeném stavu. Třetí krmná směs je určena pro výkrm nosnic v plemenných chovech. Tyto krmné směsi se granulovaly na briketovacím lisu typu JGE 120-6110. Matrice je o velikosti otvorů 5 mm. Průměr matrice je 120 mm. Následně probíhalo sušení v horkovzdušné sušárně typu Memmert UFE 800 s nucenou ventilací. Sušení probíhalo při teplotě 60°C a trvalo 46 hodin. Po usušení se provedlo rozdužení granulí od odrolu na sítu. Granule se potom testovaly v zařízení, které se nazývá pellet tester. Tímto zařízením se stanovuje mechanická odolnost (PDI) granulí. Zkratka PDI je z anglických slov Pellet Durability Index a vyjadřuje procentuální podíl hmotnosti vzorku před testováním a hmotnosti vzorku po testování. Konkrétně se jedná o Pellet Tester Holmen NHP 100. Toto měření se provádělo ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v.v.i. v Praze 6 – Ruzyně.

## 2 Základní pojmy

### 2.1 Kvasinková buňka

Pivovarské kvasinky mají obvykle mírně oválný tvar s délkou 6 až 10  $\mu\text{m}$  a s šířkou 5 až 8  $\mu\text{m}$ . Kvasničná buňka obsahuje buněčnou stěnu, periplasmu a cytoplasmatickou membránu, cytoplasmu, endoplasmatické retikulum, Golgiho aparát, vakuoly a peroxisomy. Schématický náčrt kvasničné buňky je na obr.1. [1]

Obr. 1 Kvasničná buňka



Zdroj: [1]

### 2.2 Buněčná stěna pivovarské kvasnice

Buněčná stěna má tloušťku asi 350 až 400 nm, která se skládá především z polysacharidů glukanu a mannanu, malého množství chitinu a dalších složek. Složení buněčné stěny pivovarské kvasnice je uveden v tab.1. [1]

Tab. 1 Složení buněčné stěny pivovarské kvasnice

Složka	[% v sušině]
Glukany	30 – 45
Mannany	30 – 45
Bílkoviny	10 - 25
Chitin	0,5 – 2,0
Fosforečnany	0,1 – 0,3

*Zdroj: [1]*

### **2.3 Periplasma, cytoplasmatická membrána, cytoplasma**

Periplasma se nachází mezi pevnou buněčnou stěnou a cytoplasmatickou membránou. V periplasmě se nacházejí enzymy buněčné stěny. Jako hlavní enzymy jsou např. fosfatasy a invertasa. Cytoplasmatická membrána kontroluje vstup živin i vylučování škodlivých látek. Cytoplasmatická membrána má tloušťku asi 7 nm. Obsahuje především steroly a fosfolipidy. Cytoplasma má zabudovaný vylučovací systém. Vylučovací systém je tvořen dutinami, které se nazývají vakuoly. Obsahují především hydrolytické enzymy a rezervní látky. Tvar a rozměry se mění v závislosti na buněčném cyklu a stresových podmínkách. Větší počet vakuol mají mladší buňky a naopak starší buňky mají obvykle jen jednu velkou vakuolu. [1]

### **2.4 Chemické složení pivovarské kvasnice**

Největší složkou, která obsahuje pivovarská kvasnice je voda. Její rozmezí se pohybuje od 65 do 85 %. Přibližně tři čtvrtiny tvoří voda intracelulární, která je vázaná uvnitř buněk. Voda, která tvoří přibližně jednu čtvrtinu se nazývá voda hydratační a volná. Ta je vázána povrchovými silami. Složení sušiny je také proměnlivé. Obsah sušiny závisí na fyziologickém stavu, stáří kultury a složení substrátu. V sušině pivovarských kvasnic jsou přítomné sacharidy. Sacharidy jsou zastoupeny monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. Polysacharidy tvoří zejména mannan a glukan, které jsou obsaženy v buněčné stěně. Mezi dva důležité polysacharidy, které jsou přítomné v cytoplasmě se nazývají glykogen a mannan. V cytoplasmě se dále nacházejí barvitelné inkluze bílkovin, lipidů a jiných zásobních látek. Další složkami pivovarských kvasnic jsou dusíkaté látky, lipidy a steroly. Steroly jsou důležité při růstu a rozmnožování kvasinek. Největším zastupitelem sterolu je ergosterol. Množství ergosterolu v sušených kvasinkách se pohybuje od 0,6 do 1,5  $\mu\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Když není dostatečná zásoba ergosterolu, tak to má za následek, že kvasničná buňka kvasí pomaleji a neprokvašuje se dostatečně mladina. V sušině jsou ještě zastoupeny minerální látky a vitamíny. Největší podíl z minerálních látek má fosfor, dále draslík, hořčík, vápník, sodík, síra a křemík. Mezi stopové prvky patří železo, mangan, měď a zinek. [1]

## **2.5 Růst kvasinek**

### ***2.5.1 Latentní fáze***

Nárůst kvasnic je charakterizován stálými přírodními zákony. Je rozdělen do šesti etap. První fáze je označována jako latentní fáze. Někdy se označuje jako zpožďující fáze. V této fázi začíná aktivace metabolismu. Délka v latentní fázi se značně liší. Ta je ovlivněna následujícími parametry: typem organismu, stářím kultury a kultivačními podmínkami. Latentní fáze končí prvním buněčným dělením. [2]

### ***2.5.2 Zrychlující fáze***

Zrychlující fáze navazuje na latentní fázi. V této fázi se rychlost dělení neustále zvyšuje. [2]

### ***2.5.3 Exponenciální fáze***

Ve fázi exponenciálního nebo logaritmického růstu zkráceně log fáze je tempo růstu konstantní a maximální. Čas generace neboli čas periody během které se počet buněk zdvojnásobí je minimální v této fázi. Kvasnice jsou v exponenciální fázi životně nejdůležitější. [2]

### ***2.5.4 Zpomalující fáze***

Z důvodu různých faktorů např. snížení množství výživných substrátů nebo zvýšení množství růst zpomalujících metabolických produktů, k log fázi dochází pouze po omezenou dobu. Ta je následována zpomalující fází, během které se tempo růstu postupně snižuje. [2]

### ***2.5.5 Stacionární fáze***

V této fázi počet mikroorganismů zůstává konstantní. Je to vyvažování mezi počtem nově tvořených buněk a buněk, které zemřely. [2]

### ***2.5.6 Klesající fáze***

V této poslední fázi rychlost odumírajících buněk převyšuje nad rychlostí tvorby nových buněk. Z tohoto důvodu se počet buněk snižuje. Trvání a velikost jednotlivých fází růstu jsou ovlivněny především substráty, teplotou a fyziologickým stavem kvasnice. Substrát musí

obsahovat pro růst všechny požadované výživné látky. Dalšími rozhodujícími znaky substrátu pro růst jsou: obsah vody, hodnota pH a koncentrace kyslíku. Voda je hlavní složkou. Voda má mimořádně důležitou roli v životních procesech mikroorganismů. Mikroorganismy jsou obecně schopné vyvinout v substrátech alespoň 15 % obsahu vody. Mikroorganismy se od sebe značně liší, pokud jde o jejich optimální hodnotu pH. Kvasinky nejlépe rostou při kyselém prostředí. Nezbytnou součástí růstu je kyslík. V pivovarech je růst kvasnic podporován provzdušněním mladiny před nasazením kvasnic. Teplota má také velký vliv na růst mikroorganismů. Každý mikroorganismus má své charakteristické teplotní optimum. V latentní fázi je čas generace nejkratší. Růst není omezen na optimální teplotu, ale pohybuje se ve více nebo méně širokém teplotním rozsahu. Pro kvasnice typu *Saccharomyces* je teplotní rozsah 0 až 40°C. Optimální růst je při teplotě 25 až 30°C. [2]

## **2.6 Flokulace a sedimentace pivovarských kvasinek**

### **2.6.1 Popis flokulace**

Flokulace znamená schopnost prokvašovat mladinu. Dále má také schopnost redukovat karbonylové sloučeniny mladiny a mladého piva. Ke konci kvašení nastávají dva možné způsoby. První možnost je, že kvasnice klesají izolovaně (sedimentace). Druhý způsob je, že si kvasnice sedají ve shlucích (sedimentace s flokulací). Flokulace má poměrně velký technologický význam, protože ovlivňuje další výrobní fáze jako jsou dokvašování a filtrace. Flokulace je ovlivňována prostředím, fyzikálními vlastnostmi (hustotou, teplotou), chemickým složením (obsahem ethanolu, pH) a obsahem iontů. Účinek iontů klesá v následující řadě:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ . Flokulační vlastnosti závisí na složení buněčné stěny. Příkladem složky, která podporuje flokulaci je mannan. O flokulaci rozhodují tři dominantní flokulační geny (FLO1, FLO5, FLO8) a ovlivňuje jí celkem jedenáct genů (např. flo3, flo6, flo7 aj.) [1]

## **3 Pivovarské kvasinky**

### **3.1 Svrchní a spodní pivovarské kvasinky**

Základní dělení pivovarských kvasnic je na kvasnice pro spodní kvašení a na kvasnice pro svrchní kvašení. Spodní pivovarské kvasinky se označují *Saccharomyces cerevisiae* (*carlsbergensis*), popř. (*uvarum*). Tyto kvasnice sedimentují na dně kvasné nádoby. Používají

se pro výrobu piva typu ležák. Mezi piva vyrobená spodním kvašením patří např. pivo plzeňského typu. Dalšími příklady spodního kvašení jsou např.: německé pilsnery, schwarzbier, pale lagery, bock a březňáky. Teplotní rozmezí leží v rozsahu od 7 do 15°C. Jako příklady spodních pivovarských kvasnic mohou být: Saflager S-23, Saflager W 34/70. Doporučené dávkování u těchto kvasnic je v rozmezí 80 až 120 g/hl při teplotě 12 až 15°C. Pod teplotu 12°C je nutné zvýšit dávku kvasnic. Při teplotě kvašení 9°C je zapotřebí, aby dávka kvasnic byla v rozmezí od 1 do 1,5 l na 1 hl.

Svrchní pivovarské kvasinky se označují *Saccharomyces cerevisiae*. Svrchní kvasnice se používají pro výrobu piva typu Ale, Stout, Porter a další. Teplotní rozmezí je 18 až 25°C. Jako příklady svrchních pivovarských kvasnic mohou být: Safbrew S-33, Safbrew WB-06, Safale S-04. Doporučené dávkování u těchto svrchních kvasnic je od 50 do 80 g/hl. [22,24,25,29]

## 3.2 Tvorba metabolitů při kvašení

Kvašení je anaerobní proces, při kterém získává kvasničná buňka energii oxidací sacharidů bez přístupu kyslíku. Hlavními kvasnými metabolity jsou ethanol a oxid uhličitý, který vznikají podle rovnice:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CO_2 + 2 C_2H_5OH + \text{vedlejší metabolity} + \text{teplo}$ . Předpokládá se, že z 2,0665 g extraktu vzniká 1 g ethanolu, 0,9565 g oxidu uhličitého a 0,11 g kvasnic. Přitom se uvolní  $569,1 \pm 5,9$  J na 1 g extraktu. Během kvašení kvasinky vytvářejí zásobní sacharidy glykogenu a trehalosu. Glykogen je zdrojem energie při hladovění kvasnic. Obsah glykogenu může dosahovat až 40 % sušiny. Trehalosa je považována za významný antistresový faktor. [1]

## 3.3 Stresové faktory pivovarských kvasinek

### 3.3.1 Chemické stresy

Do chemických stresů patří ethanol, chmelové fenolické látky, antimikrobiální peptidy a proteiny pocházející z ječmene a sladu, složky různých surogátů,  $CO_2$  a složky mladinových kalů. Ethanol inhibuje růst kvasinek a způsobuje redukci velikosti buněk. Mezi chmelové látky patří např. alfa a beta hořké kyseliny. Alfa a beta hořké kyseliny jsou antioxidanty. Odebírají volné radikály a inhibují růst některých pivo-kazících bakterií.

Náhražky (surogáty) se používají pro úpravu barvy a chuti piva. Také se používají pro zlepšení pěnivosti piva. Do tekutých náhražek patří např.: glukosový sirup, hydrolyzáty

škrobu, směsi cukrů a dextrinů, výtažky z ječmene, pšenice a karamely. Do pevných náhražků patří pšenice, kukuřice, rýže, tritikále ve formě sušených vloček, mleté obilí, mouka nebo krupice. [1,18]

### **3.3.2 Oxidativní stres**

Oxidativní stres je vyvolaný např. provzdušněním kvasinek před fermentací. Při nadměrném vzdušnění dochází ke zhoršení chuťové stability piva. Oxidativní stres je charakterizován s reakcemi reaktivních druhů kyslíku (ROS – Reactive Oxygen Species). Reaktivní formy kyslíku jsou produkovány za aerobních podmínek. Jsou primární příčinou buněčného stárnutí. Negativním způsobem také ovlivňují buňky kvasnic během opakovaného nasazení v provozu. [1,18]

### **3.3.3 Osmotický stres**

Osmotický stres se uplatňuje především při kvašení mladiny s vysokou koncentrací extraktu. Při kvašení mladiny s vysokou koncentrací se osmolarita pohybuje mezi 1500 až 1800 mOsm/l. To znamená, že se snižuje viabilita kvasničné buňky, protože ta začíná při osmolaritě přibližně 1200 mOsm/l. Při osmotickém stresu se zpožďuje sedimentace kvasinek. Prodlužuje se čas fermentace o 15 až 90 % v závislosti na generaci kvasinek. Dále má osmotický stres vliv na vyšší koncentraci diacetylu a pentandionu. Koncentrace dimethylsulfidu a acetaldehydu je nižší. Účinným faktorem, který chrání kvasničnou buňku je přítomnost trehalosy. Ta chrání buňku uvnitř. Pro ochranu buňky z okolního prostředí je důležitá přítomnost glycerolu a aminokyselin. [1,18]

### **3.3.4 Mechanický stres**

Mechanický stres je vyvolán během míchání nebo recirkulace CO<sub>2</sub> během pivovarské fermentace. Dalším faktorem mechanického stresu může být vertikální talířová odstředivka. Ta slouží pro separaci kvasnic z piva, k separaci kalů z horké mladiny a k odstranění ledových krystalků při výrobě nealkoholického piva. Proces odstředování snižuje viabilitu kvasinek. Dále se také snižuje hodnota vnitrobuněčného pH. Dochází k tomu, že se vyčerpává obsah glykogenu a trehalosy. Z buněčné stěny se uvolňuje mannan. Uvolněný mannan vytváří nefiltrovatelný zákal. [1,18]



### **3.3.5 Hydrostatický stres**

Hydrostatický stres je doprovázen s kvašením ve vysokých cylindrokónických tancích. Obecně platí, že desetimetrový sloupec kapaliny zvyšuje hydrostatický tlak asi o 100 kPa. Vysoký hydrostatický tlak má podobný vliv na kvasinky jako přetlak plynu. To znamená, že poškození kvasničné buňky je podobný jako u oxidativního stresu a teplotního stresu. [1,18]

### **3.3.6 Teplotní stres**

Teplotní stres se projevuje při nesprávném režimu chlazení kvasnic v kónusech CKT. Nízká teplota stěny se projevuje tím, že dochází k chladovému teplotnímu šoku. Chladový teplotní šok se projevuje především u kvasnic při výrobě piva typu Ale. To je dáno vyšším rozdílem teplot mezi skladováním kvasnic a hlavním kvašením. Teplota skladování je 4°C a teplota mladiny okolo 25°C. Při výrobě tradičních ležáckých piv je teplota mladiny okolo 10°C. Při rychlém ochlazení může být kvasničná buňka poškozena, protože dochází k tomu, že buněčná membrána získává vlastnosti gelu. [1,18]

### **3.3.7 Hodnota pH jako stresový faktor**

Na začátku je hodnota pH mladiny kolem 5,5. Na konci kvašení se hodnota pH mladiny pohybuje mezi 4,3 až 4,5. Nitrobuněčné pH kvasnic se pohybuje mezi 5,9 až 6,4. To má za následek, že narůstá množství diacetylu. Ten ovlivňuje růstovou rychlost a replikativní délku života kvasnic. Dále se nízké hodnoty pH vyskytují při kyselém praní kvasnic. Zde se hodnota pH pohybuje okolo 2,5. Jako příklady anorganických kyselin, které se používají je kyselina fosforečná a sírová. Necitlivé kyselé praní kvasnic vede k tomu, že nově vznikající buňky vykazují nízkou míru přežití. [1,18]

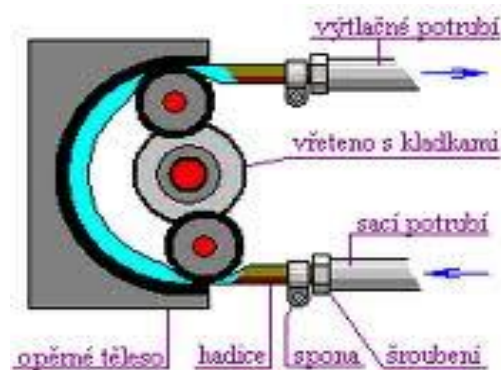
## **4 Kvasničné hospodářství**

### **4.1 Ošetřování kvasnic pro další nasazení**

Kvasnice, které se získávají ze dna kvasných kádí, kvasných tanků nebo z kužele cylindrokónických tanků je zapotřebí dopravit vhodným čerpadlem k vibračnímu sítu. Za vhodné čerpadlo může být např. peristaltické čerpadlo PCD 32 od firmy Kouřil. Schéma principu peristaltického čerpadla je na obr. 2. V ústrojí peristaltického čerpadla se nachází

pružná hadice. Hadice je sevřena proti stěně otáčejícími se kladkami. Tím vznikne, že hadice je ve stlačeném místě zcela neprůchozí. Tím, že kladky po hadici postupují, tak tlačí uzavřený úsek hadice před sebou a tím pádem i kapalinu. Hadice je vlastní silou vrácena do původního tvaru. Tím vzniká podtlak. Ve vzniklém prostoru se nasává další kapalina. Kapalina je nasávána do té doby, než je následující kladkou sevřena. Takto oddělené množství vody je dopravováno přes svírající hadici do výtlačného potrubí. Tento proces se neustále opakuje. [28]

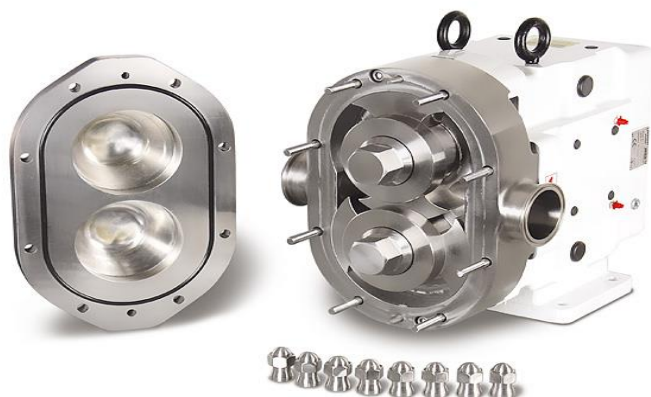
Obr. 2 Peristaltické čerpadlo



Zdroj: [15]

Dalším typem čerpadla, které lze použít je piškotové čerpadlo viz obr. 3. Výrobce piškotového čerpadla je např. firma Verder s.r.o., která má sídlo v Praze. Principem piškotového čerpadla je vzájemné střídání dvou rotorů uvnitř komory. Rotory jsou připevněné na hřídelích. Na těchto hřídelích jsou také upevněna ozubená kola. Tímto je zaručena synchronizace otáčení rotorů. Otáčením rotorů se v prostoru sacího hrdla zvětší pracovní objem. Vytvoří se podtlak a tím je umožněno nasátí čerpaného média. Čerpané médium je vedeno k výtlačnému hrdlu po vnější straně stěny. Ve výtlačném hrdlu se zmenšuje objem pracovního prostoru a tím se zvyšuje tlak na výstupu. [45]

*Obr. 3 Piškotové čerpadlo*



*Zdroj: [17]*

Důvodem pro čištění je, aby se odstranily ze sbíraných kvasnic nečistoty, kontaminující mikroorganismy a fyziologicky oslabené kvasinkové buňky. Méně znečištěné kvasnice stačí promýt vodou o teplotě asi 4 až 5°C a scedit. [1]

#### ***4.1.1 Ošetření kvasnic vibračním sítím***

Pro čištění kvasnic se používají vibrační síta viz obr. 4. Výrobce vibračních sítí je např. firma Alfa Laval spol. s.r.o. Kmity u vibračních sítí jsou obvykle 3000 min<sup>-1</sup> s rozkyvem 1 mm. Rozměry otvorů jsou v rozmezí od 0,4 do 0,6 mm. [1]

*Obr. 4 Vibrační síto na čištění kvasnic*



*Zdroj: [1]*

#### ***4.1.2 Praní kvasnic ledovou vodou***

Práním kvasnic v ledové vodě se odstraňují v kvasnicích přítomné nečistoty a mrtvé buňky. Mezi výhody lze uvést to, že se kvasnice provzdušní a odstraní se oxid uhličitý. Kvasnice, které se skladují kratší dobu, tak se zlepšuje jejich fyziologický stav. Mezi nevýhodu patří snížení extraktivních látek. Jako další nevýhodu lze uvést to, že při delší době skladování dochází ke zhoršení fyziologických vlastností kvasnic. S delší dobou skladování také dochází ke zvýšení náchylnosti ke kontaminaci. [1,3]

#### ***4.1.3 Kyselé praní kvasnic***

Kyselé praní kvasnic se používá v případě, kdy je vyšší znečištění kvasnic. Používají se organické i anorganické kyseliny. Jako příklady organických kyselin mohou být kyseliny

např.: vinná, citrónová a mléčná. Jako příklady anorganických kyselin mohou být kyseliny např.: fosforečná a sírová. Nejjednodušší technikou je smíchání kvasnic s roztokem kyseliny. Optimální je, aby výsledné pH bylo asi 2,3 a teplota pod 4°C. Kyselina se odstraní tak, že se propere vodou po 1 až 2 hodinách. Následně se kvasnice použijí pro zakvašení mladiny. Jinou možností je, že se přímo směs kvasnic s kyselinou přidá do mladiny. [1,3]

## 4.2 Úschova kvasnic

Při skladování kvasnic je zapotřebí, aby byly co nejmenší fyziologické změny. Dále je důležité zachovat dobrou vitalitu a viabilitu. Kvasnice se uchovávají v tanku viz obr. 5.

*Obr. 5 Kvasničárna*



*Zdroj: [13]*

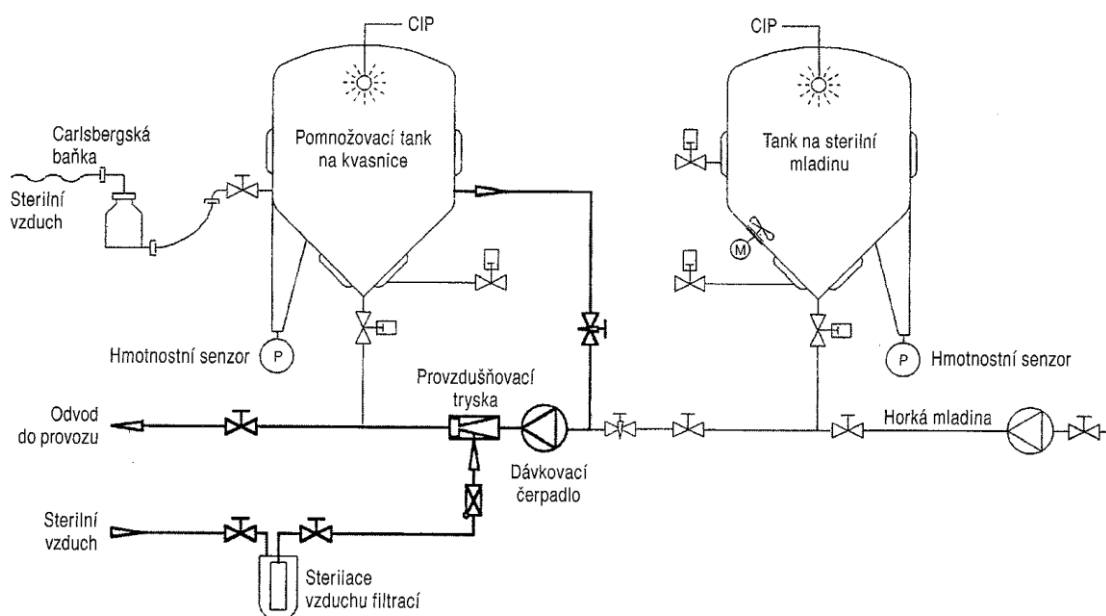
Výrobce tanku je např. firma DESTILA s.r.o., která má sídlo v Brně. Tank na skladování kvasnic je opatřen: čerpadlem a potrubními rozvody na sběr kvasnic z kvasných kádí ze spilky, vibračním sítem, prací vanou pod vibračním sítem, zásobní vanou nebo uzavřenými tanky na přechovávání vypraných kvasnic, tankem a čerpadlem na dávkování a dopravu kvasnic při zakvašení a míchadly. Míchadla složí pro homogenizaci. Homogenizace kvasnic je nutná pro stejnoměrné zakvašování. [12]

### 4.3 Propagace čisté kvasinkové kultury

Zařízení, které slouží na množení kvasnic se nazývá propagační stanice. Schéma propagační stanice je na obr. 6.

Příkladem může být propagační stanice PS 150 viz. obr. 7 od firmy DESTILA s.r.o., která má sídlo v Brně. Dále do propagační stanice patří: sterilizátor mladiny, propojovací panel, potrubní propojení, provzdušnění mladiny a čerpadlo, elektrovýbava, ovládání a regulace, nosný rám a CIP stanice. Firma DESTILA s.r.o. vyrábí propagační tanky ve dvou základních provedeních a to PS 150 a PS 300. Propagátory mají tedy užitečný objem 150 a 300 l. Celkový objem se uvádí 190 a 380 l. Příkladem zahraniční firmy, která se zabývá propagační stanicí může být firma Meura S.A., která má sídlo v Belgii. Sterilizátor mladiny je izolovaná tlaková nerezová nádoba. Je vybavena duplikátory pro ohřev a chlazení. [12]

Obr. 6 Schéma propagační stanice



Zdroj: [1]

Pro ohřev je zapotřebí syté páry o tlaku 0,2 MPa. Teplota mladiny je 110°C. K chlazení je možné použít amoniak. Propojovací panel slouží k nastavení jednotlivých potrubních tras pro plnění, vyprazdňování a sanitaci příslušných nádob propagační stanice. Potrubní propojení propojuje propagátor, sterilizátor mladiny a CIP stanici. Potrubí je osazeno provzdušňovací svíčkou. Ta se umísťuje na výtoku ze sterilizátoru za oběhovým čerpadlem. Oběhové čerpadlo slouží pro přečerpávání mladiny mezi propagátorem a sterilizátorem. Dále zajišťuje míchání ve sterilizátoru. Míchání se provádí, aby byla zajištěna homogenizace uvnitř nádoby i

při sedimentaci kvasnic. Další zařízením je elektrorozvaděč. Ten je součástí ovládacího panelu. Na ovládacím panelu jsou umístěny veškeré ovládací, regulační a signalizační prvky. Zde se nastavují základní technické parametry, mezi které patří: ohřev sterilizované mladiny, chlazení jednotlivých nádob, provzdušňování rozkvašené mladiny v propagátoru a snímání hladin v jednotlivých nádobách. CIP stanice je vybavena dvěma nerezovými nádobami a oběhovým čerpadlem. První nádoba je vybavena ohřevem (parní výměník nebo elektrický zdroj), regulací teploty a příslušnými armaturami. Slouží pro alkalickou sanitaci. Druhá nádoba je vybavena pouze příslušnými armaturami. Slouží pro kyselou sanitaci. Alkalická sanitace zahrnuje proces čištění a dezinfekce. To znamená, že alkalický sanitační přípravek má čistící a dezinfekční složku. Příkladem alkalického sanitačního přípravku může být sanitační prostředek DIVO CIP. Dezinfekční složka je na bázi aktivního chlóru. Doporučená koncentrace se pohybuje od 1 do 2 %. Příkladem kyselého sanitačního prostředku může být sanitační prostředek DIVBRAU. Doporučená koncentrace je od 1,5 do 2,5 %. Doba působení je okolo 20 minut a teplota se pohybuje okolo 80°C. [1,12]

*Obr. 7 Propagační stanice PS 150*



*Zdroj: [14]*

#### ***4.3.1 Základy propagace kvasnic***

Cílem propagace kvasnic je vytvoření nasazení kvasnic se správnou látkovou výměnou. Je zapotřebí správného ošetření a kultivace kvasnic. Mezi nejdůležitější tři faktory patří: doplňování kyslíku, množství aminokyselin a stopových prvků. Se začátkem dýchání se u kvasnic aktivuje metabolismus a formují se nové látkové změny v buňce. Obsah cukru v mladině brání dýchání a podporuje začátek kvašení. Z tohoto důvodu není možné zvyšovat propagaci stále více intenzivním provzdušňováním. S vytvořením buňky začíná tvoření a skladování fosfolipidů, které jsou hlavní součástí cytoplasmatické membrány. Vlivem kyslíku je část nasycených mastných kyselin přeměněna na nenasycené mastné kyseliny. Nenasycené mastné kyseliny jsou charakteristické nízkým bodem tání a umožňují lepší látkovou výměnu přes membránu. Kyslík je také vyžadován pro sloučení sterolů. Sloučení sterolů souvisí s



růstem kvasnic. Dochází také rovněž k obohacování glykogenu v buňce kvasinky. Nejdůležitější požadavky na mladinu a nasazení kvasnic jsou uvedeny v tab. 2. [2]

*Tab. 2 Požadavky na mladinu a nasazení kvasnic*

Jód v normálu
Odpovídající barva a vzhled k typu piva
Obsah kyslíku min. 8 až 10 mg O <sub>2</sub> / l
Obsah aminokyselin min. 200 až 230 mg/l
Obsah zinku min. 0,15 mg/l
Viskozita max. 1,7 mPa.s (pro 10 % mladinu)
pH 5 – 5,2
Nasazení kvasnic musí vzniknout z čisté kultury
Pivo musí dosáhnout požadovaných sensorických vlastností

*Zdroj:[2]*

Mezi další vlastnosti, které by kvasnice měly mít patří: dobrá vitalita, neobsahovat cizorodé kvasnice a kontaminaci, část mrtvých buněk by neměla přesáhnout tři procenta a silná kašovitá konzistence. [2]

#### **4.3.2 Propagace kvasinek v laboratoři**

Pro zvýšení počtu kvasničných buněk se používá energetické kvašení z jedné nádoby do druhé. Příklad je uveden v tab. 3.

*Tab. 3 Příklad laboratorní propagace kvasinek*

Nádoba č.	1	2	3
Objem nádoby	10 ml	100 ml	1000 ml
Množství sterilní mladiny	5 ml	50 ml	500 ml
Objem naočkované tekutiny	-	5 ml	55 ml
Celkový objem	5 ml	55 ml	555 ml

*Zdroj:[2]*

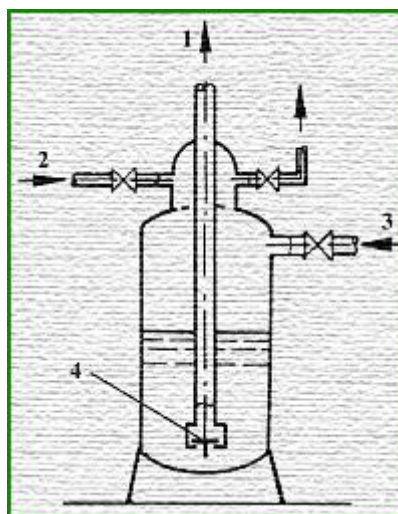
Nádoby se nazývají Carlsbergské láhve. Jsou vyráběny ve dvou provedeních. Menší nádoby mají objem od 8 do 10 l a větší nádoby od 20 do 25 l. Carlsbergská láhev je neprodyšně

uzavřena. Většina lahví je vybavena držadlem pro snadnou přepravu. Dále jsou vybaveny sterilním vzdušným filtrem, vzorkovací kohoutem, prázdnou hadicí a proudícím induktorem. Svislé potrubí je spojeno se dnem láhve. Láhev a mladina jsou sterilizovány ohříváním. Po ochlazení jsou nasazeny na naočkování s kvasnicemi. Carlsbergská láhev je vybavena zařízením, které umožňuje naočkování řízené počítačem. Naočkování může být také provedeno použitím vstřikovací jehly. Používá se 100 až 200 ml. Připojením sterilního vzduchu do vzorkovacího kohoutu, se zespodu přivede vzduch do mladiny přes svislé potrubí. Tímto způsobem je stimulováno znásobení kvasnic. Když je dosažen požadovaný počet buněk, stlačený vzduch je zásobován přes vzdušný filtr do láhve. Láhev je vyprazdňována přes svislé potrubí a vzorkovací kohout. V laboratoři nemůže být zacházeno s velkým množstvím mladiny, protože přeprava je velmi obtížná. [2]

#### 4.4 Dávkování kvasnic

V menších pivovarech se pro dávkování kvasnic používá tzv. monžík, též zvané „vajíčko“ viz obr. 8. Jedná se v podstatě o uzavíratelnou tlakovou nerezovou nádobu. V monžíku se odměří potřebný objem kvasnic, které jsou tlakem sterilního vzduchu přiváděny do mladinového potrubí nebo do kvasného tanku. Pro dávkování kvasnic v CKT se používají automatické dávkovače. Jejich princip spočívá v tom, že počítají přímo buňky nebo vyhodnocují buňky ze změřeného zákalu. Dávky kvasnic pro CKT se pohybují od  $15 \times 10^6$  do  $30 \times 10^6$  na 1 ml mladiny. [1,3]

Obr. 8 Monžík



kde: 1 – výstup, 2 – tlakový vzduch, 3 – vstup, 4 - ventil

Zdroj: [21]

## **4.5 Odpouštění a opětovné nasazení kvasnic v CKT**

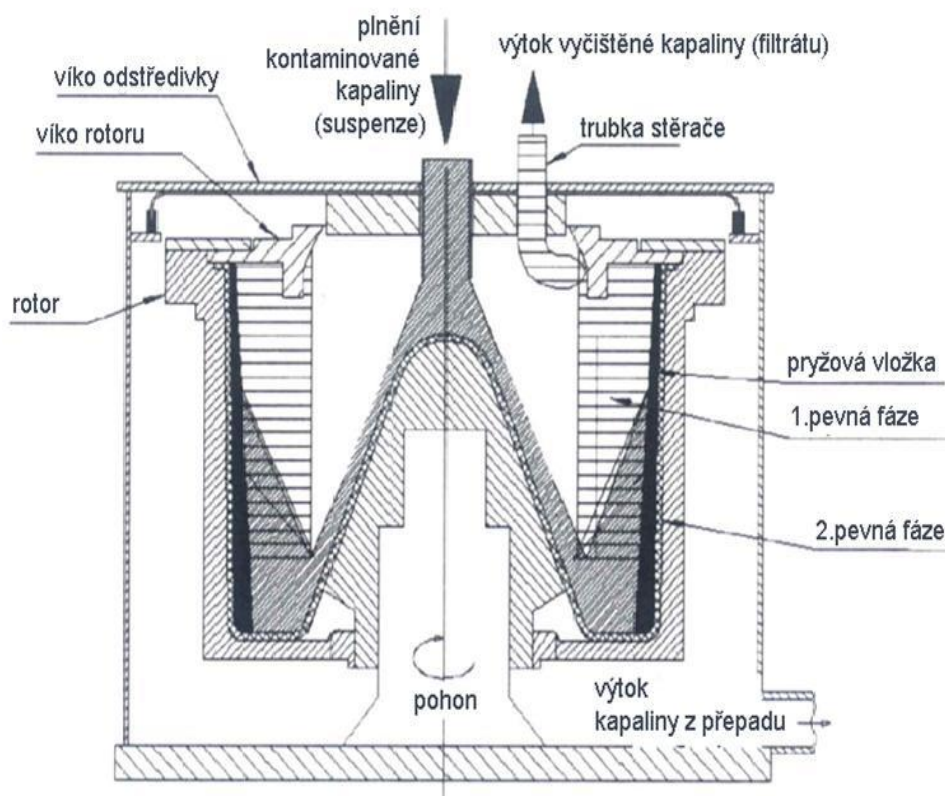
Doporučené opětovné nasazení u kvasnic z velkoobjemových nádob je třikrát, maximálně čtyřikrát. Důvodem je, že se zvyšuje riziko kontaminace a zhoršeného fyziologického stavu kvasnic. To je způsobeno hydrostatickým tlakem a intenzivnějším metabolismem. Při výrobě piva v CKT se kvasnice odtahují během hlavního kvašení. To je rozdíl od menších pivovarů, kde se kvasnice odtahují až po ukončení hlavního kvašení a stažení mladého piva. První odtažení se provádí těsně před začátkem zchlazování piva nebo v průběhu ochlazování. Dále se odtažení provádí během dokvašování v rozmezí tří až pěti dnů. Poslední odtažení se provádí těsně před ukončením dokvašování a tažením piva na filtraci. Důvodem pro odtažení kvasnic během kvašení je, aby se předešlo jejich autolýze. Odtážené kvasnice z první partie se používají k zakvácení dalších várek mladiny. Někdy se k zakvácení mladiny používají i odtažené kvasnice z druhé partie. Ostatní odtažené kvasnice se zpracovávají odděleně jako odpadní kvasnice. [1]

## **5 Způsoby separace piva z odpadních kvasnic**

### **5.1 Vertikální talířová odstředivka**

Zařízením, kde lze využít separace odpadních kvasnic z piva je vertikální talířová odstředivka viz obr. 9. V prostoru bubnu vertikální talířové odstředivky jsou umístěny šikmé disky. Disky jsou nakloněny ke směru působení odstředivé síly. Jejich kolmá vzdálenost je 0,5 až 2 mm. Mezi disky jsou umístěny kanálky. Do kanálků vtéká pivo s kvasnicemi. Působením odstředivé síly se kvasnice hromadí na horní straně disku. Jejich pohyb je směrem dolů tak, že dosáhnou obvodu bubnu. Separované pivo proudí opačným směrem a odtéká horním kanálem. Odstraňování separovaných kvasnic probíhá v pravidelných časových intervalech. [1]

Obr. 9 Vertikální talířová odstředivka



Zdroj: [11]

## 5.2 Horizontální bubnová odstředivka

Dalším příkladem pro získávání piva z odpadních kvasnic je horizontální bubnová odstředivka, která se velmi často označuje jako dekantér viz obr. 10. Výrobce dekantéru je např. firma Alfa Laval spol. s.r.o. Základními součástmi dekantéru jsou: rotující ležatý buben, vyhrnovací šnek a motor. Přední část je válcovitá, zatímco koncová část je kuželovitá. Nátok piva s odpadními kvasnicemi je přiváděn vstupní trubkou a následně uveden do rotace. Vlivem odstředivé síly se odpadní kvasnice usazují na stěnách rotujícího bubnu. Vyhrnovací šnek a buben se otáčejí stejným směrem. Vlivem rozdílu rychlosti otáčení dochází k tomu, že šnek vytlačuje odpadní kvasnice do kuželovité části bubnu. Odtud jsou odpadní kvasnice odváděny přes kalové otvory ven z dekantéru. Separované pivo vtéká do sběrného krytu. [1]

*Obr. 10 Horizontální bubnová odstředivka - dekantér*



*Zdroj: [19]*

### **5.3 Membránová technika**

Membránová technika se používá při separaci piva z odpadních kvasnic. Zařízením je membránový filtr viz obr. 11 od firmy Alfa Laval spol. s.r.o.

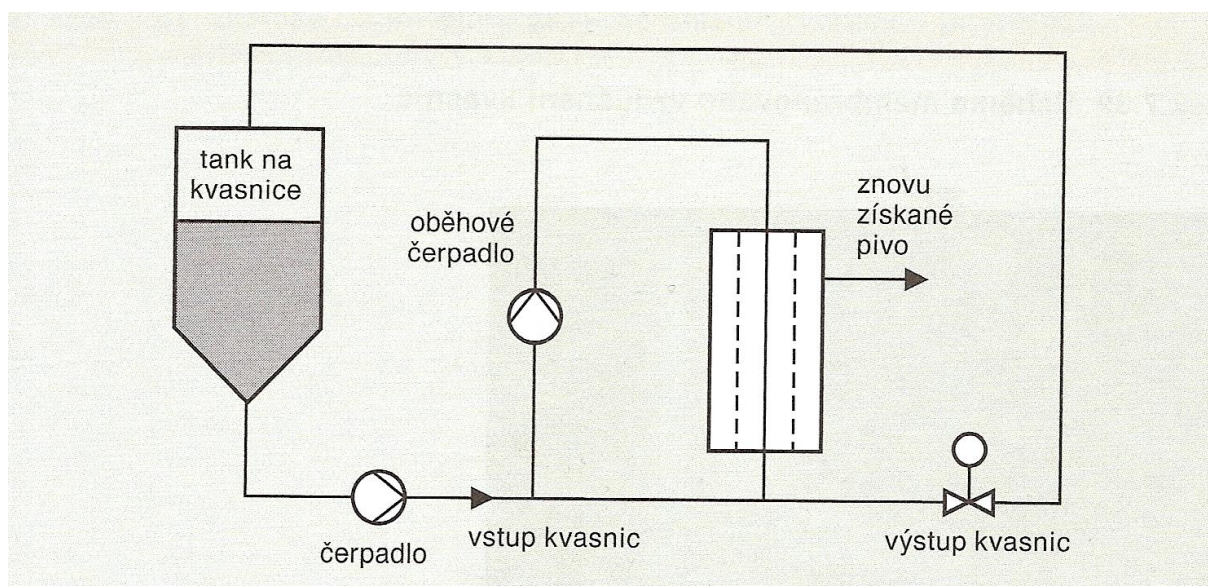
Obr. 11 Membránový filtr



Zdroj: [20]

Materiál membrán je buď organický nebo anorganický. Mezi organické materiály patří např.: polypropylen, polykarbonát a polyamid. Do anorganických materiálů patří  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ , C, Pd, W a Ag. Velmi rozšířeným systémem u membránové filtrace je systém cross-flow. To znamená, že odpadní kvasnice s pivem proudí pod tlakem a vysokou rychlostí paralelně s membránou. U této filtrace se používá vsádkový nebo kontinuální režim. Ve vsádkovém režimu se používá zásobní cirkulační tank. Do tohoto tanku se umístí odpadní kvasnice s pivem. Odpadní kvasnice s pivem recirkulují podél filtrační membrány. Ta rozděljuje tok na odpadní kvasnice a separované pivo. Tím dochází k tomu, že se v zásobním cirkulačním tanku hromadí kvasnice se stále rostoucí hustotou. Kontinuální režim udržuje konstantní objem zahušťované suspenze. Ten je udržován v recirkulačním tanku. Toho se docílí tak, že se přidává původní nezahuštěná suspenze ze vstupního zásobního tanku. Schéma membránové filtrace při zahušťování kvasnic je na obr. 12. [1]

Obr. 12 Schéma membránové filtrace



Zdroj: [1]

## 6 Využití pivovarských kvasnic jako aditiva v krmivářském průmyslu

Pivovarské kvasnice se používají jako aditiva do krmných směsí z důvodu, že obsahují vysoce stravitelné dusíkaté látky. Jedná se především o aminokyseliny. Samotný organismus hospodářských zvířat neumí aminokyseliny syntetizovat, mezi které patří např.: lysin, methionin, cystin, leucin, valin a izoleucin. Dále jsou zdrojem vitamínů skupiny B zejména thiaminu (B1), riboflavinu (B2), pyridoxinu (B6) a kyseliny pantothenové (B5). Dále pivovarské kvasnice obsahují důležité minerální látky a stopové prvky, mezi které patří: vápník, fosfor, sodík, draslík, hořčík, železo, měď, zinek, mangan a selen. V tab. 4 je uveden příklad složení pivovarské kvasnice. Jejich význam spočívá v tom, že působí stimulačně, podporují imunitní systém zvířat, zlepšují stravitelnost dusíkatých látek, eliminují průjem, zlepšují vývoj kůže a kvalitu srsti, zlepšují reprodukci. [4]

Tab. 4 Průměrný obsah látek pivovarské kvasnice

Obsah bílkoviny v sušině	40 – 44 %
Popel	6,3 %
Sušina	92,1 %
Voda	7,9 %
Dusíkaté látky	499,4 g/kg

Tuk	52 g/kg
Škrob	53 g/kg
Vápník	1,6 g/kg
Fosfor	12,3 g/kg
Sodík	0,4 g/kg
Draslík	20 g/kg
Hořčík	0,8 g/kg
Selen	5,58 mg/kg
Železo	91 mg/kg
Mangan	4 mg/kg
Zinek	24,5 mg/kg
Měď	20,5 mg/kg
Vitamin B1 (Thiamin)	125 mg/kg
Vitamin B2 (Riboflavin)	45 mg/kg
Vitamin B6 (Pyridoxin)	45 mg/kg
Asparagin	40 g/kg
Treonin	18 g/kg
Serin	20 g/kg
Glutamin	70 g/kg
Prolin	24 g/kg
Griadin	19 g/kg
Alanin	26 g/kg
Cistin	6 g/kg
Valin	21 g/kg
Metionin	6 g/kg
Isolencin	17 g/kg
Leucin	28 g/kg
Tyrosin	18 g/kg
Fenylalanin	20 g/kg
Histidin	10 g/kg
Triptofan	6 g/kg
Lysin	28 g/kg
Kyselina pantothenová B5	100 mg/kg



Biotin B8	100 mg/kg
Kyselina nikotinová	400 mg/kg

*Zdroj: [6]*

Mezi dvě základní formy pivovarských kvasnic patří tekutá a sušená. Tekuté pivovarské kvasnice se používají ke krmení prasat v mokřích krmných systémech a jako nápoj pro dojnice. Sušené pivovarské kvasnice se používají jako aditivum do krmných směsí pro hospodářská zvířata. Doporučené dávkování sušených pivovarských kvasnic pro hospodářská zvířata je uveden v tab. 5.

*Tab. 5 Doporučené dávkování sušených kvasnic pro hospodářská zvířata*

Mladá drůbež do 4 týdnů stáří	1 g pro 10 kusů
Mladá drůbež od 5 do 12-ti týdnů stáří	2 g pro 10 kusů
Dojnice, jalovice, býci, koně	25 – 40 g pro 1 kus
Selata do 25 kg, jehňata, kůzlata	3 – 5 g pro 1 kus
Prasata ve výkrmu, prasnice, kanci	15 – 30 g pro 1 kus
Telata, hříbata do 3 měsíců	6 – 12 g pro 1 kus
Husy, krůty	10 – 15 g pro 10 kusů
Slepice, kachny, bažanti	3 – 5 g pro 10 kusů
Holubi, křepelky	1 – 2 g pro 10 kusů

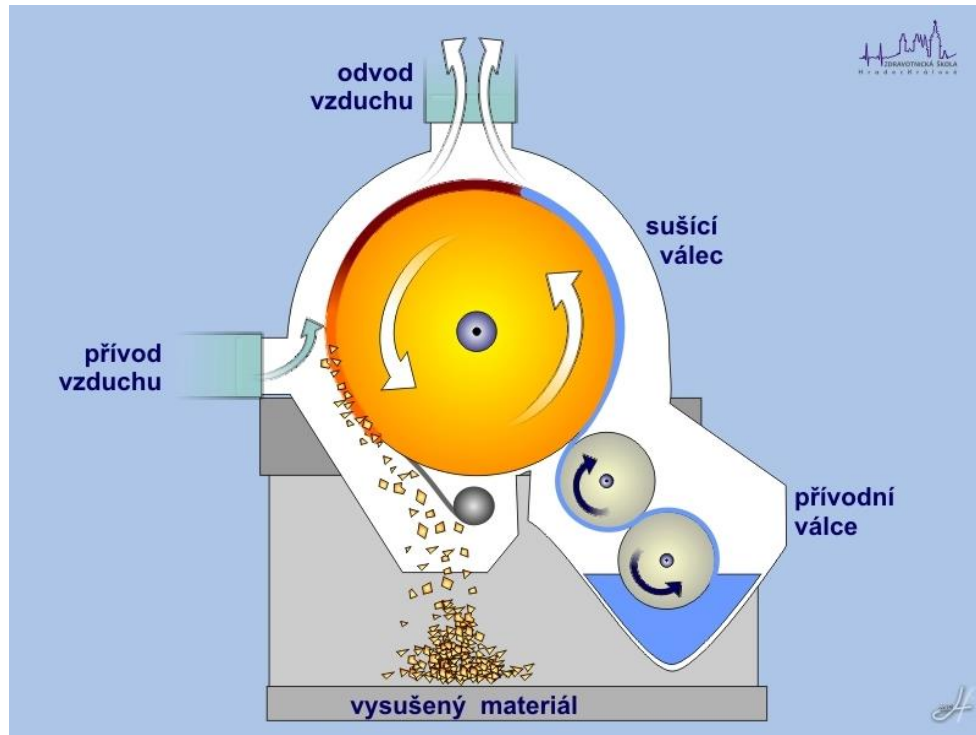
*Zdroj: [7]*

## **6.1 Sušené pivovarské kvasnice**

Sušené pivovarské kvasnice se používají jako přídavek do krmných směsí. K sušení kvasnic se používá válcová nebo sprejová sušárna. Příkladem válcové sušárny může být sušárna WB-T od firmy AL – MO spol. s.r.o., která má sídlo v Praze. Schéma principu válcové sušárny je na obr. 13. Činnost válcové sušárny je na principu kondukce. To znamená, že sušený materiál je v přímém kontaktu s vyhřívanou plochou. Sušený materiál je nanášen na topný buben. To je provedeno rozstříkem pomocí nanášecích válečků. Rozvod páry i odvod kondenzátu je osou bubnu. Jako příklad sprejové sušárny může být např. sprejová sušárna NIRO F60. Schéma principu sprejové sušárny je na obr. 14. Sprejová sušárna je tvořena komorou. V komoře probíhá sušení materiálu. To je prováděno buď pomocí rotačních

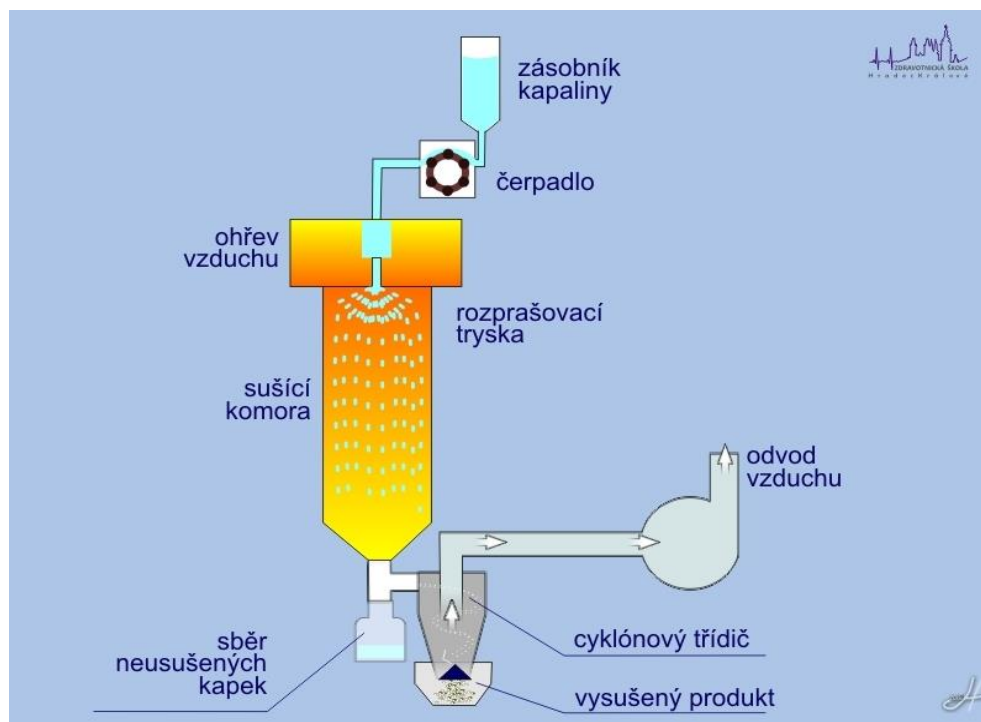
kotoučů nebo trysek ve formě jemné mlhy (kapiček). Do komory je vháněn horký vzduch. Tím že dochází ke kontaktu sušeného materiálu s kapkami, tak se snižuje teplota sušícího vzduchu. Sušárna je obvykle napojena na cyklónový třidič. [23,44]

Obr. 13 Schéma válcové sušárny



Zdroj: [16]

Obr. 14 Schéma sprejové sušárny



Zdroj: [23]

## 6.2 Tekuté pivovarské kvasnice

Tekuté pivovarské kvasnice jsou vhodné především pro krmení prasat v mokrych krmných systémech. Dalším využitím tekutých pivovarských kvasnic je jako nápoj pro dojnice. Jsou dodávány s obsahem sušiny min. 10 %. Průměrný obsah látek v sušině je uveden v tab. 6. Doporučené dávkování u prasat od 25 kg do 130 kg je od 300 ml do 1-2 l / kus a den. Doporučená dávka se liší podle příslušné váhové kategorie. Tekuté pivovarské kvasnice mají přínos ke krmení prasat z několika důvodů, mezi které patří: zdroj esenciálních aminokyselin, zdroj přírodního vitamínu B, vápníku a zinku, příznivý vliv na kojící prasnice, příznivý vliv na růst a zdraví selat, protiprůjmový účinek a zlepšení reprodukce. [27]

*Tab. 6 Průměrný obsah látek v sušině*

Hrubý protein (dusíkaté látky)	423 g/kg
Tuk	22 g/kg
Popel	62 g/kg
Vláknina	1,5 g/kg
Cukry	20,2 g/kg
Škroby	16 g/kg
Bezdušíkaté látky výtažkové (BNLV)	376 g/kg
Vápník	3,6 g/kg
Fosfor	8,2 g/kg
Sodík	0,15 g/kg
Draslík	24,1 g/kg
Hořčík	1,11 g/kg
Měď	37,6 mg/kg
Železo	125,8 mg/kg
Zinek	44,1 mg/kg
Mangan	6,5 mg/kg
Lysin	30,1 g/kg
Methionin	6,5 g/kg
Cystin	11,7 g/kg
Leucin	30,1 g/kg
Valin	23,5 g/kg
Izoleucin	19,6 g/kg

Thiamin	97,7 mg/kg
Riboflavin	39,1 mg/kg
Pyridoxin	41,9 mg/kg
Kyselina pantothenová	107 mg/kg

*Zdroj: [5]*

### **6.3 Aditiva pro krmení hospodářských zvířat**

Jako prvním příkladem, které se používá jako aditivum do krmných směsí může být přípravek Biosaf SC 47. Tento přípravek se používá pro krmení chovaných telat. Dále se používá pro výkrm skotu, prasnic, selat do čtyř měsíců, ovcí. Tento přípravek je také možný použít pro dojnice a u prasat ve výkrmu. Dávkování přípravku se liší podle příslušné kategorie. Dalším příkladem přípravků jsou Levucell SC 20 a Rumex SC. Výrobcem je firma Delacon Biotechnik ČR spol. s.r.o. se sídlem v Šumperku. Oba tyto přípravky zlepšují stravitelnost vlákniny, stabilizují hodnoty pH v bachoru a zlepšují anaerobní podmínky v bachoru. Slouží také jako prevence proti vzniku acidóz. Přípravky jsou vhodné pro skot a dojnice. Dalším přípravkem, který se používá ke krmení hospodářských zvířat je Alkosel. Výrobcem je rovněž firma Delacon Biotechnik ČR spol. s.r.o. Tento přípravek je obohacen selenem. Množství selenu v Alkoselu je 2100 mg/kg. Selen je ve formě selenomethioninu. Jako další příklad aditivního přípravku může být Bonvital. Toto aditivum se používá do krmných směsí pro krmení selat, výkrmových prasat, kojících prasat a pro brojlerová kuřata. Dalším aditivním přípravkem může být Biosprint. Tento přípravek je určen do krmných směsí pro krmení dojnic, výkrmového skotu, selat a kojících prasnic. [8,9,10,11]

### **6.4 Aditiva pro výkrm brojlerových kuřat**

Používání aditiv pro výkrm brojlerových kuřat se provádí z důvodu, aby se předcházelo vzniku kokcidiózy. Kokcidióza je u kuřat onemocnění střevního traktu. Zařazování aditiv do krmných směsí slouží jako prevence proti vzniku tohoto onemocnění. Jako příklady výrobků bych uvedl: Ovital MM CV ATG, Adicox AP a Mikros DV. Výrobcem Ovitalu MM CV ATG je firma Schaumann ČR s.r.o. se sídlem ve Volyňi. Tento přípravek obsahuje účinné látky, kterými jsou např. Bonvital, Aminotrace – stopové prvky a Ceravital. Doporučené

dávkování do krmné směsi je okolo 4 %. Dalším rozšířeným přípravkem je Adicox AP. Výrobcem tohoto přípravku je firma Bioferm CZ spol. s.r.o., která má sídlo v Brně. Acidox AP slouží jako prevence proti vzniku kokcidiózy a profylaxe. Je především určen pro prevenci infekcí, které jsou vyvolány anaerobními bakteriemi rodu *Clostridium*, *Bacteroides* a *Mycoplasma*. Použitím přípravku se zlepšuje příjem krmiva, zaručuje lepší využití živin obsažených v krmivu, podporuje trávení a zlepšuje absorpci střevní tráveniny do krevního řečiště a lymfatických tkání. Doporučené dávkování pro drůbež je 300 g / t kompletního krmiva. Přípravek Mikors DV vyrábí firma Mikrop Čebín a.s. se sídlem v Čebíně. Jedná se také o doplňkové minerální krmivo. Slouží pro optimální přísun makroprvků a stopových prvků. Přípravek působí příznivě na zlepšení a udržení stavu zvířat a jejich reprodukční schopnosti. Napomáhá ke zvyšování užitkovosti. Jeho význam je také ve zlepšování příjmu a využití krmiva. Doporučené dávkování je od 50 do 80 g na 10 kusů a den. [41,42,43]

## 7 Využití odpadních kvasnic v potravinářském průmyslu

Příkladem přípravku, který je vyroben z odpadních kvasnic a používá se v potravinářském průmyslu je kvasničný extrakt. Kvasničný extrakt je přírodní složka. Má velmi silnou chuť. Obsahuje aminokyseliny, sacharidy, vitamíny a minerální látky. Kvasničný extrakt obsahuje také glutamát. Obsah glutamátu se pohybuje okolo 5 %. Způsob výroby kvasničného extraktu je založen na autolýze. Na začátku se provádí aerobní kultivace kvasinek. Zařízením, kde probíhá aerobní kultivace je fermentor. Aerobní kultivace probíhá na syntetickém etanolu při teplotě 35°C, pH 4 a zřed'ovací rychlostí 0,23 h<sup>-1</sup>. Proces trvá 7 hodin. Po této době se odstředěním získá kvasničná suspenze. Kvasničná suspenze se zahřeje na 50°C a přidá se 1 až 3 % hmot. chloridu sodného. Autolýza probíhá 16 hod při teplotě 45 až 55°C a pH 4 až 6. Je nutné, aby se po tuto dobu provádělo občasné míchání. Potom se na odstředivce oddělí supernatant od pevného podílu. Supernatant se buď zahustí na 70 až 75 % hmot. sušiny nebo se usuší na sprejové sušárně.

Kvasničný extrakt se používá jako ochucovadlo pro produkty masného průmyslu. Příkladem výrobce může být japonská firma Riken, která nabízí např. kvasničný extrakt Belex Super 1000. Jako příklad dalšího výrobce může být firma Campus, která má sídlo v Itálii. Dále se používá do polévek, omáček, pomazánek a drezinků. Význam kvasničného extraktu spočívá také při výrobě běžných a speciálních druhů chleba. Používá se také při výrobě těsta na pizza korpusy. Může se také použít pro dochucování hotových jídel. [38,39,40]

V Británii se z kvasničného extraktu vyrábí pomazánka Marmite. První firmou, která začala vyrábět tento produkt byla firma Marmite Food Extract Company se sídlem v Británii. Vynalezl ji Justus von Liebig v roce 1902. Pomazánka se maže např. na tousty. Konzumace této pomazánky má pozitivní vliv zejména na správnou funkci krevního systému a činnost nervového systému. Má také dobré účinky na paměť a snižuje riziko srdeční příhody. [33]  
Složení nutričních hodnot této pomazánky je uveden v tab. 7.

*Tab. 7 Složení nutričních hodnot pomazánky Marmite*

Nutriční hodnoty	na 100 g výrobku
Energie	983 kJ
Kalorie	231 kcal
Bílkoviny	38,4 g
Uhlohydráty	19,2 g
Cukry	0,5 g
Tuk	0,1 g
Vláknina	3,1 g
Sodík	3,9 g
Sůl	11 g
Thiamin (B1)	5,8 mg
Riboflavin (B2)	7,0 mg
Niacin (B3)	160 mg
Kyselina listová	2,5 mg
Kobalamin (B12)	0,015 mg

*Zdroj:[33]*

Dalším příkladem výrobku z kvasničného extraktu může být Vegemite. Je to také pomazánka, která svým složením je velice podobná pomazánce Marmite. Tento produkt se začal vyrábět v Austrálii roku 1923. Začala ho vyrábět firma Fred Walker Company. Společnost je pojmenována po zakladateli výrobku Vegemite. V současné době jsou na trhu tři produkty: Vegemite, Vegemite Cheesybite a Vegemite Reduced Salt. Složení nutričních hodnot výrobku Vegemite, Vegemite Cheesybite a Vegemite Reduced Salt je uveden v tab. 8, 9 a 10. [30]

*Tab. 8 Složení nutričních hodnot výrobku Vegemite*

Nutriční hodnoty	na 100 g výrobku
Energie	798 kJ

Bílkoviny	25,4 g
Tuk celkem	Méně než 1 g
- nasycený	Méně než 1 g
Uhlohydráty	19,9 g
- z toho cukry	2,2 g
Vláknina	7,8 g
Sodík	3450 mg
Thiamin (B1)	11 mg
Riboflavin (B2)	8,6 mg
Niacin (B3)	50 mg
Kyselina listová (B9)	2 mg

*Zdroj:[30]*

*Tab. 9 Složení nutričních hodnot výrobku Vegemite Cheesybite*

Nutriční hodnoty	Na 100 g výrobku
Energie	1050 kJ
bílkoviny	12,8 g
Tuk celkem	16,5 g
- nasycený	11,5 g
Uhlohydráty	12,4 g
- z toho cukry	3,3 g
Sodík	1400 mg
Thiamin (B1)	2,2 mg
Riboflavin (B2)	1,7 mg
Niacin (B3)	10 mg
Kys. Listová (B9)	0,4 mg

*Zdroj:[31]*

*Tab. 10 Složení nutričních hodnot výrobku Vegemite Reduced Salt*

Nutriční hodnoty	na 100 g výrobku
Energie	950 kJ
Bílkoviny	25,6 g

Tuk celkem	Méně než 1 g
- nasycený	Méně než 1 g
Uhlohydráty	17,5 g
- z toho cukry	3,7 g
Vláknina	9,2 g
Sodík	2430 mg
Draslík	2920 mg
Thiamin (B1)	11 mg
Riboflavin (B2)	8,6 mg
Niacin (B3)	50 mg
Kyselina listová (B9)	2 mg
Vitamín B6	8 mg
Vitamín B12	0,01 mg

*Zdroj:[32]*

## 7.1 Pangamin

Pangamin je v České Republice nejrozšířenějším výrobkem ze sušených pivovarských kvasnic. Výrobce je firma Rapeto a.s. se sídlem v Čelivi u Bezdružic. Firma nabízí několik výrobků. Mezi výrobky Pangaminu patří např.: Pangamin Klasik, Pangamin Bifi Plus, Pangamin Algamin, Pangamin Glukavin a Pangamin Gnostin. U každého z těchto výrobků jsou základní složkou sušené pivovarské kvasnice. Sušené pivovarské kvasnice obsahují biologicky cenné dusíkaté látky. Dále obsahují esenciální aminokyseliny, nenasycené mastné kyseliny, fosfatidy a steroly, glycidy, enzymy a další biologicky aktivní látky. Mezi nenasycené mastné kyseliny patří především kyselina linolová a linoleová. Příkladem biologicky aktivní látky může být biotin. Mezi další látky, které obsahují sušené pivovarské kvasnice jsou: minerální látky, stopové prvky a vitamíny. Největším zástupcem vitamínů jsou vitamíny skupiny B, mezi které patří thiamin (B1), riboflavin (B2), niacin (B3), pyridoxin (B6), kyselina listová (B9) a kobalamin (B12). Zdrojem minerálních látek jsou vápník, fosfor, draslík, hořčík a sodík. Mezi stopové prvky patří: železo, jód, měď, zinek a mangan. Výrobek Pangamin svým složením je prospěšný na zvýšení imunity lidského těla. Dále je vhodný jako prevence proti nespavosti, nervozitě a pocitu únavy. Přispívá také ke zlepšení trávení a pozitivně ovlivňuje metabolismus. Produkt Pangamin Bifi Plus kromě pivovarských kvasnic



obsahuje mléko, inulin, pupalkový olej, laktogenní mikroorganismy (*Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium bifidum*). Množství jednotlivých složek, které obsahuje doporučená denní dávka je v tab. 11. Tento produkt pozitivně ovlivňuje mikrobiologickou rovnováhu zažívacího traktu. Inulin je zdrojem živin pro mikroflóru v tlustém střevě. Podílí se na regulaci hladiny cholesterolu. Jeho význam je také jako prevence proti kardiovaskulárním chorobám. [34,35]

*Tab. 11 Složení doporučené denní dávky výrobku Pangamin Bifi Plus*

Pivovarské kvasnice	2570 mg
Inulin	250 mg
Pupalkový olej	100 mg
Laktogenní mikroorganismy	5 mg

*Zdroj:[35]*

Dalším produktem je Pangamin Algamin. Tento přípravek obsahuje sladkovodní řasu s názvem *Chlorella*. Pangamin Algamin příznivě ovlivňuje vysoký krevní tlak. Pomáhá stabilizovat hladinu krevního cukru. Slouží také jako prevence proti onemocnění trávicího traktu. Přispívá také ke zlepšení spánku a schopnosti soustředit se. Výrobek Gnostin je obohacen o extrakt ženšenu. Stimuluje žlázy s vnitřní sekrecí. Zlepšuje činnost oběhového systému včetně srdce. Příznivě působí také na nervový systém. Napomáhá při poruchách spánku. Jeho význam je také ve snižování hladiny cholesterolu. Slouží také jako prevence proti pocitu únavy, depresi a stresu. Přispívá také ke zlepšení vnímavosti a schopnosti soustředit se.

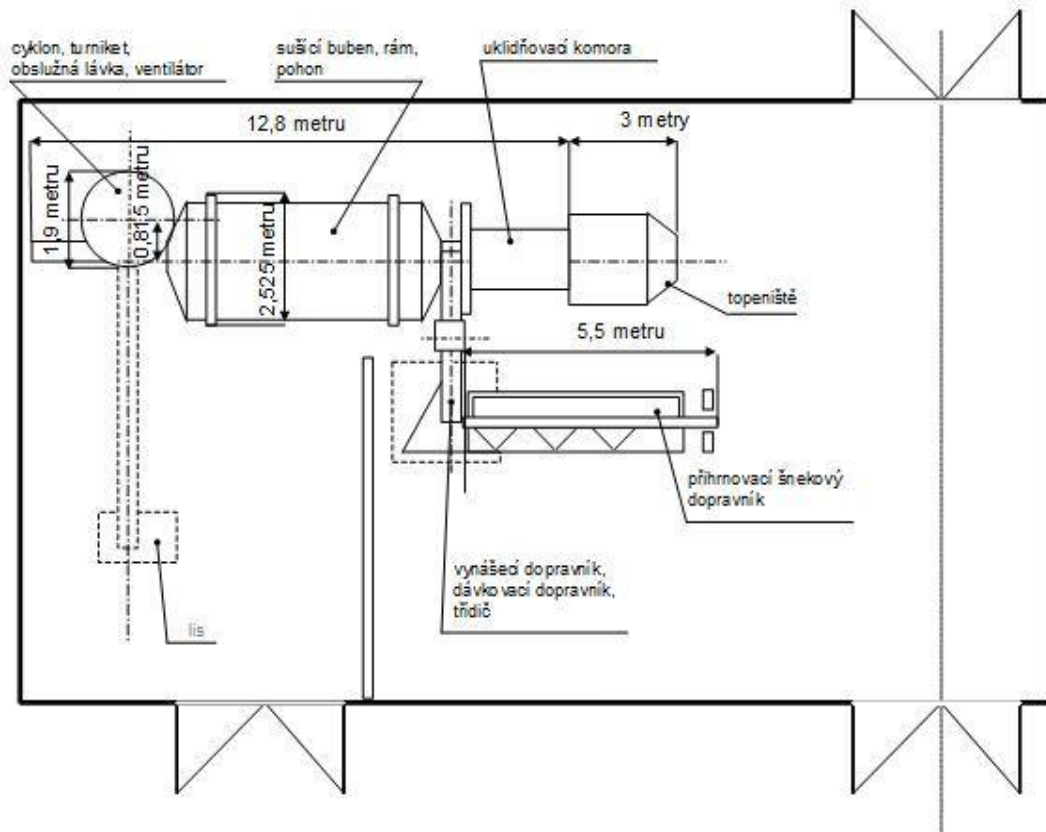
Dalším produktem je Pangamin Glukavin. Tento přípravek je doplněn o extrakty z hlívy ústříčné a *Echinacey purpurey*. Přispívá ke zlepšení imunity lidského těla. Podílí se také na snižování hladiny cholesterolu. *Echinacea* má význam jako prevence proti virovým onemocněním jakou je např. chřipka. Přispívá k normální funkci dolních močových cest. Najde také uplatnění i při některých kožních onemocnění. [36,37]

## 8 Mlátové hospodářství

### 8.1 Pivovarnické mláto

Pivovarnické mláto se získává při procesu scezování na scezovacích kádích. U starších typů scezovacích kádí padá mláto do násypky. Z násypky se mláto dopravuje do venkovního mlátníku. K dopravě se nejčastěji používají excentrická lopatková nebo šneková čerpadla. Moderními šnekovými čerpadly lze dopravit až 1000 kg mláta s 65 – 82 % vody za minutu do vzdálenosti 200 m. Modernější způsob pro získání mláta je použití sladivého filtru. Sušina mláta obsahuje přibližně 41 % bezdusíkatých extraktivních látek, 28 % bílkovin, 18 % celulosy, 8 % lipidů a 5 % popelovin. Z hlediska extraktové bilance je důležitý zbytkový extrakt v mlátě. Při dobré funkci scezovací kádě by neměl překročit 1,3 až 1,4 %. Tato hodnota je tvořena přibližně 0,5 % vyloužitelným extraktem a přibližně 0,8 % zcukřeným extraktem. Nejběžnější způsob využití mláta je jeho přímé zkrmování. Další způsobem pro krmení hospodářských zvířat je jeho usušení. K sušení se používají parní bubnové sušárny. Parní bubnová sušárna je typ sušárny, kde přenos tepla je kondukcí. Topným médiem je tedy pára. Pára vyhřívá trubky, které jsou vedeny vnitřkem bubnu. Parní trubky rotují spolu s bubnem. To znamená, že je potřeba páru i kondenzát vést rotačními rozvaděči. Spotřeba tepla u parní bubnové sušárny je v rozmezí od 3,8 do 6,3 MJ.kg<sup>-1</sup>. Příkladem parní bubnové sušárny může být sušárna BS-6. Schéma bubnové sušárny BS-6 je na obr. 15. Výrobce této sušárny je např. firma Jerry Jar s.r.o., která má sídlo v Litohlavech. [47,48]

Obr. 15 Schéma bubnové sušárny BS-6



Zdroj:[46]

## 9 Praktická část

### 9.1 Metodika stanovení mechanické odolnosti granulí pro hospodářská zvířata

Pokus se stanovením odrolu krmných směsí začal ve Výzkumném a výukovém minipivovaru ČZU v Praze na Suchdole. Minipivovar je pod vedením docenta Ladislava Chládky. Mechanická odolnost se bude stanovit pro tři různé krmné směsi. Prvním krokem bylo získání pivovarského mláta ze scezovací kádě a pivovarských kvasnic odstředěm z kvasného tanku. Vzhledem ke kapacitě školního minipivovaru by se musely kvasnice sušit alespoň šestkrát, protože po usušení byla hmotnost 95 g. Pro tři krmné směsi je zapotřebí 495 g kvasnic. Takže k vytvoření krmné směsi byly použity již usušené kvasnice. Sušení mláta se provádělo v horkovzdušné sušárně typu Memmert UFE 800 při teplotě 60°C po dobu 48 hod. Druhým krokem bylo vytvoření krmné směsi z poskytnuté receptury. Složení těchto krmných směsí se běžně používá pro výkrm hospodářských zvířat. Recepturu mi poskytl Ing. Vladimír Plachý Ph.D. z katedry mikrobiologie, výživy a dietetiky. Krmné směsi se připravovaly na hmotnost 3 kg. První krmná směs je určena pro telata. Suroviny a procentuální zastoupení pro tuto směs jsou: pšenice (47 %), pivovarské kvasnice (6 %), mláto (40 %), olej řepkový (4 %), monokalciumpostát (0,6 %), vápenec (1,5 %), uhličitan sodný (0,4 %), Vitamix S 5-Plus-CH (0,5 %), pojivo (10g). Druhá krmná směs se připravovala pro prasata od 60 do 120 kg. Tato směs je složena z následujících komponentů: pšenice (71,62 %), ozimý ječmen (11,5 %), pivovarské kvasnice (4,5 %), mláto (10 %), vápenec (1,15 %), sůl (0,08 %), monokalciumpostát (0,35 %), uhličitan sodný (0,3 %), Amv CDP-S-SUPER (0,5 %), pojivo (10g). Třetí směs je určena pro výkrm plemenných nosnic. Skládá se z těchto složek: pšenice (60 %), pokrmová řepka (10 %), pivovarské kvasnice (6 %), mláto (10 %), řepkový olej (2,94 %), L-lysin (0,13 %), DL-methionin (0,08 %), vápenec (9,5 %), sůl (0,15 %), monokalciumpostát (0,65 %), uhličitan sodný (0,25 %), Amv NP-M (0,3 %), pojivo (10g). Třetím krokem je vytvoření granulí v briketovacím lisu. Smíchané krmné směsi se daly do briketovacího lisu. K pokusu byl použit briketovací stroj JGE 120-6110 s motorem Lenze o příkonu 4 kW. Tento briketovací stroj má matici o velikosti 5 mm. Vzorek, který je krmnou směsí pro prasata jsem udělal dvakrát, protože při prvním lisování vyšel moc velký podíl odrolu vůči granulím. Dalším krokem v technologickém postupu je sušení. Vzorky se uložili na plech a vložili do sušárny. K sušení byla použita

horkovzdušná sušárna Memmert UFE 800. Sušení začalo 10. března ve 13:30 a ukončeno bylo 12. března v 11:00. Teplota při sušení byla 60°C. Úbytek hmotnosti je uveden v tabulce a vyjádřen graficky v kapitole 9.3. Dalším krokem bylo rozdužení granulí od odrolu na sítu o velikosti 5 mm. Ze čtyř vzorků se vytvořilo osm vzorků. Čtyři vzorky s granulemi a čtyři vzorky s odrolem. Každý vzorek byl zvážen na laboratorní váze. Hmotnost těchto vzorků je uvedena v kapitole 9.4. Posledním šestým krokem bylo měření mechanické odolnosti na pellet testeru NHP 100 ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v.v.i. v Praze 6. V tomto ústavu mi poskytl cenné rady a pomoc při měření Ing. Jiří Souček Ph.D. Postup měření je uveden v kapitole 9.5.

## 9.2 Použité stroje a zařízení

Jak již bylo zmíněno v metodice, tak k sušení byla použita horkovzdušná sušárna Memmert UFE 800 s nucenou ventilací viz obr. 16. Objem komory je 749 l. Tato sušárna je vyrobena z nerezové oceli a vybavena dvěma policemi. Vnitřní rozměry š x v x hl. v mm: 1040 x 1200 x 600 mm.

*Obr. 16 Horkovzdušná sušárna Memmert UFE 800*



### 9.2.1 Briketovací lis JGE 120-6110

Jak již také bylo uvedeno v metodice, tak lisování krmných směsí se uskutečňovalo na briketovacím lisu typu JGE 120-6110 viz obr. 17 a 18. Číslo 120 na briketovacím lisu

označuje průměr matrice. Briketovací lis je vybaven motorem Lenze o výkonu 4 kW. Briketovací lis je vybaven matricí a dvěma lisovacími válci. Matrice a lisovací válce jsou z kalené oceli. Matrice je o velikosti otvorů 5 mm. Hodinová vydatnost je od 75 do 100 kg/hod. Životnost válců je v rozmezí cca od 10 do 48 měsíců při jednosměrném provozu. Záleží na druhu materiálu. Schéma tohoto briketovacího lisu a pohledy na matrici s lisovacími válci je na obr. 19 a 20. Rozměry jsou kótovány v milimetrech.

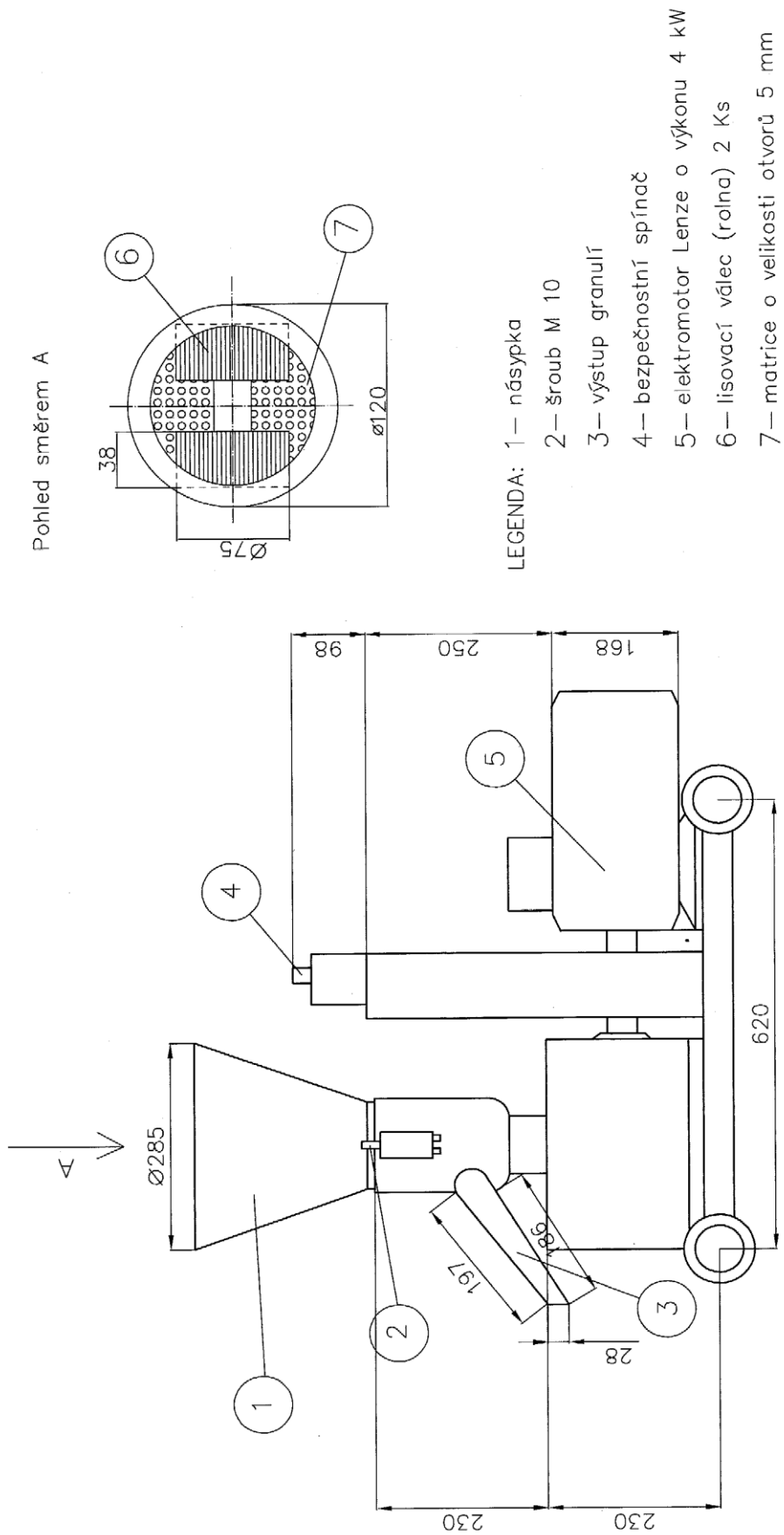
*Obr. 17 Briketovací lis JGE 120 – 6100 - detail*



*Obr. 18 Briketovací lis JGE 120 – 6100*

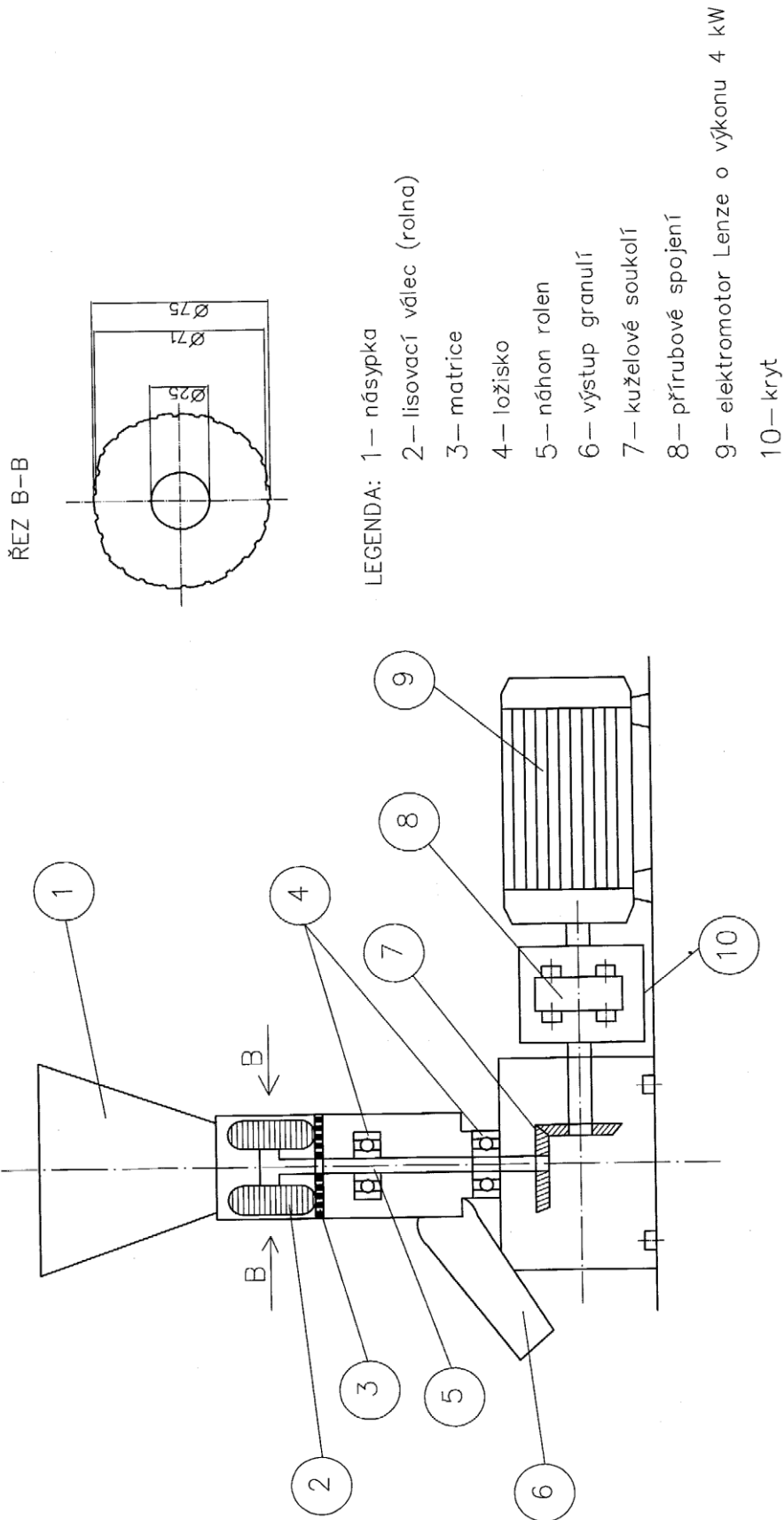


Obr. 19 Schéma briketovacího lisu JGE 120-6110 pohled A





Obr. 20 Schéma briketovacího lisu JGE 120-6110 pohled B



### 9.2.2 Pellet Tester Holmen NHP 100

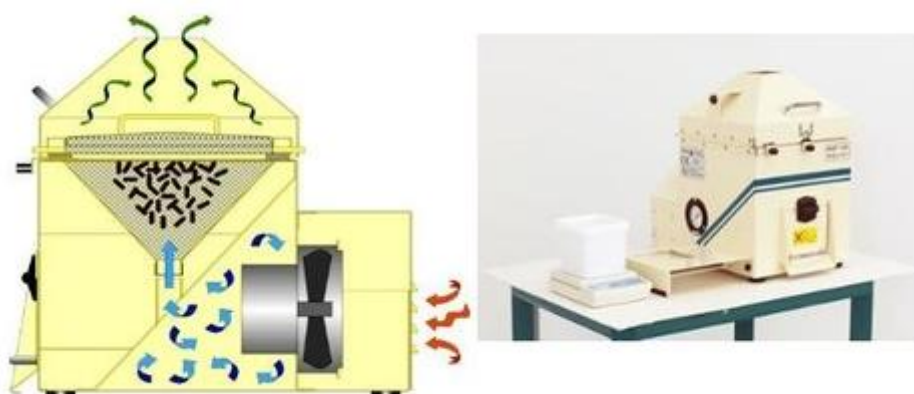
Toto zařízení se používá k určení mechanické odolnosti (PDI) pelet neboli granulí. Zkratka PDI je z anglických slov Pellet Durability Index. PDI představuje procentuálně vyjádřený podíl hmotnosti vzorku před testováním a hmotnosti vzorku po testování. Pellet tester Holmen NHP 100 je přenosný. Výrobce je britská firma TekPro Limited. Schéma principu pellet testeru je na obr. 21. Princip zařízení je založen na pneumatickém řízení pelet (granulí) za použití uzavřeného cirkulujícího vzduchu po celou dobu testování. Odměřená hmotnost vzorku se nasype do komory. Komora se skládá ze čtyř perforovaných stěn, které tvoří obrácený trojúhelník. V komoře granule na sebe navzájem narážejí a tím dochází k otěru. Na tomto pellet testeru lze nastavit čtyři různé časové relé a to 30, 60, 90 a 120 sekund. K měření byl nastaven časový spínač na 60 sekund. Technické parametry jsou uvedeny v tab. 12.

Tab. 12 Technické parametry Pellet testeru Holmen NHP 100

Elektrické napětí, frekvence	115 / 230 V, 50/60 Hz
Tlak	70 mbar
Velikost (délka x šířka x výška)	440 x 300 x 440 mm
Váha	17,5 kg

Zdroj: [51]

Obr. 21 Pellet tester Holmen NHP 100



Zdroj:[52]

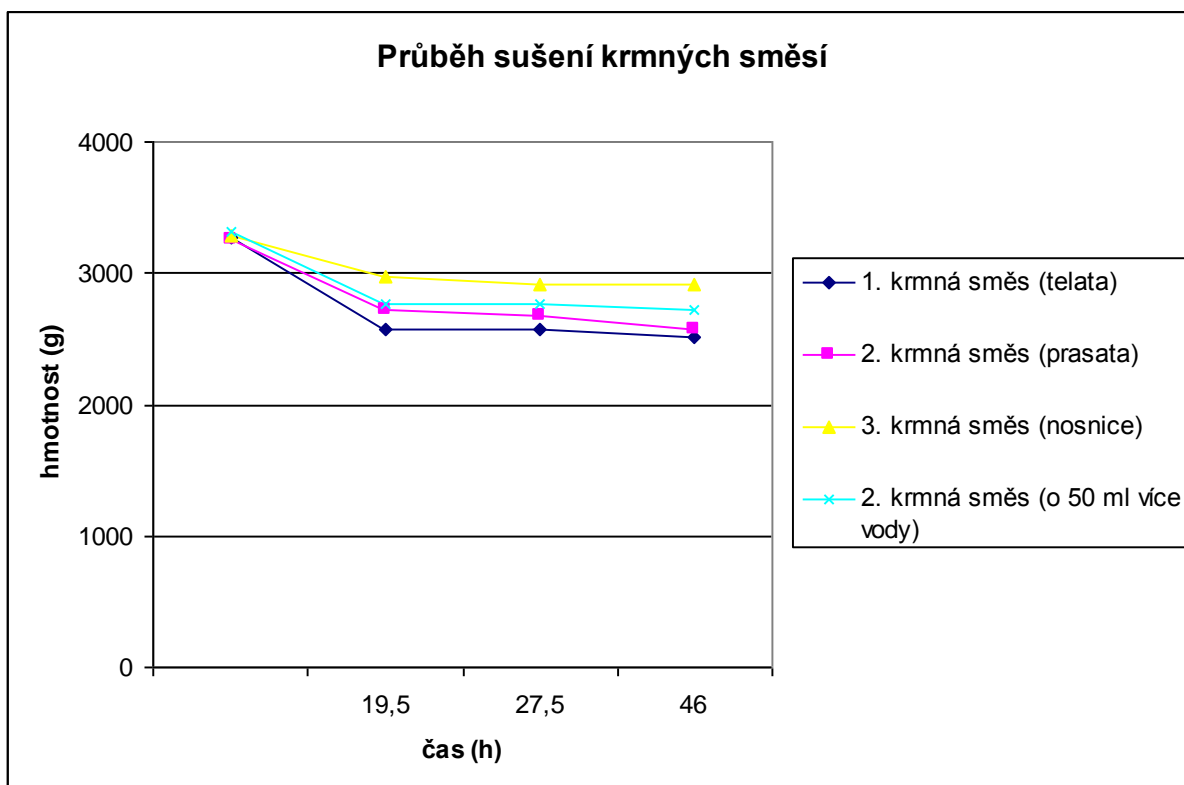
### 9.3 Sušení krmných směsí

K první směsi se přidalo 260 ml vody. Ke druhé směsi nejdříve 250 ml vody a ve druhém případě 300 ml vody. Pro třetí krmnou směs se přidalo 270 ml vody. Z časových důvodů jsem vzorky vážil v průběhu sušení pouze dvakrát. Sušení začalo 10.3. ve 13:30 hod. Pak se vážilo 11.3. v 9 hod a v 17 hod. Poslední vážení bylo po sušení. Sušení skončilo 12.3. v 11 hod. Vzorky byli na plechu. Hmotnost plechu je 481,5 g. Vážení probíhalo na váze v minipivovaru, protože váha, která byla k dispozici od pana Jošta, technika na Katedře zemědělských strojů, má váživost max. 2 kg. Tato váha, která se především používá pro vážení sladu v minipivovaru, je s přesností pouze na 50 g. Přehled hmotností v průběhu sušení je uveden v tab. 13 a graficky znázorněn na obr. 22. Hodnoty jsou uvedeny po odečtení hmotnosti plechu.

*Tab. 13 Uvedené úbytky na hmotnosti*

	Hmotnost (g)				Celkový úbytek hmotnosti (g)
1. krmná směs (telata)	3270	2570	2570	2520	<b>750</b>
2. krmná směs (prasata)	3260	2720	2670	2570	<b>690</b>
3. krmná směs (nosnice)	3280	2970	2920	2920	<b>360</b>
2. krmná směs (o 50 ml více vody)	3310	2770	2770	2720	<b>590</b>

Obr. 22 Graf průběhu sušení vzorků



Z grafu lze říct, že přibližně do 20. hodiny sušení je velký podíl úbytku hmotnosti. V rozmezí od 20. hodiny do 46. hodiny sušení je úbytek hmotnosti velmi nepatrný.

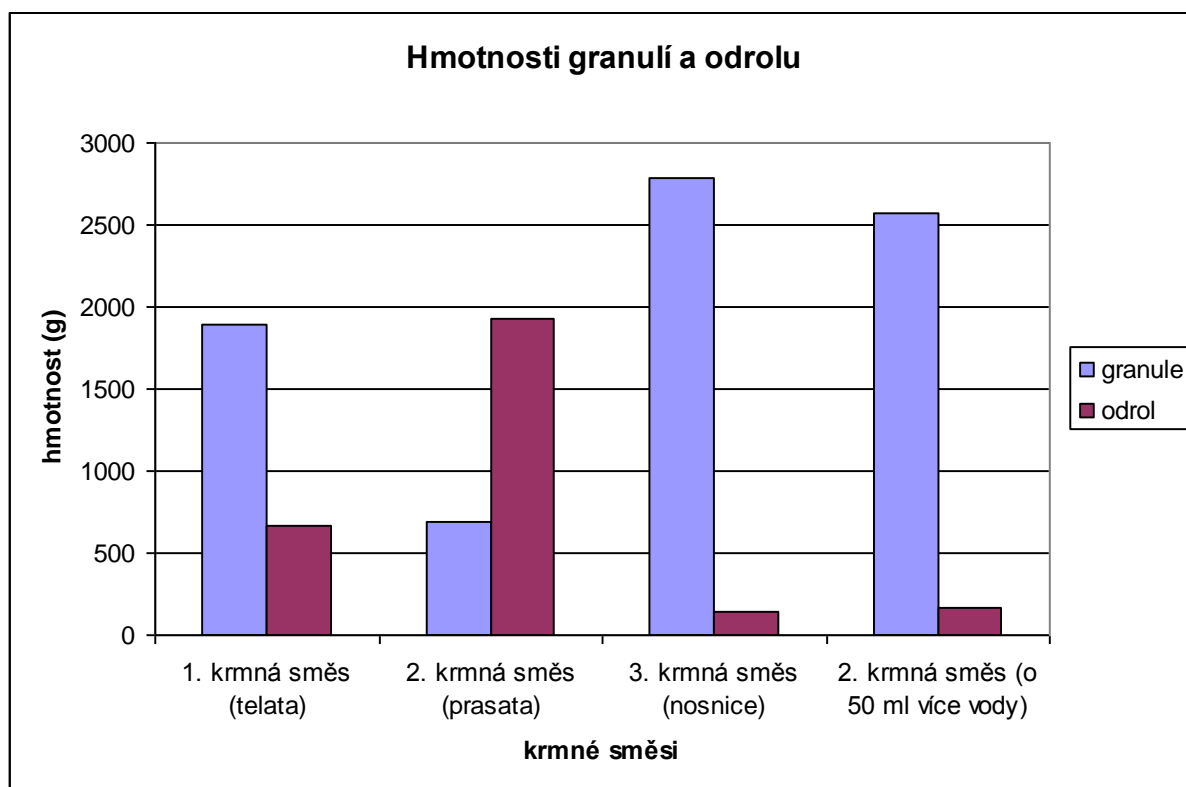
#### 9.4 Rozdružení granulí od odrolu

Rozdružení granulí od odrolu se provádělo na sítu o velikosti ok 5 mm. Rozdružením se vytvořili dvě frakce. Uvedené hmotnosti granulí a odrolu je uveden v tab. 14 a graficky znázorněn na obr. 23. Granule se následně testovaly ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v.v.i. v Praze.

Tab. 14 Hmotnost granulí a odrolu

	Hmotnost granulí (g)	Hmotnost odrolu (g)
1. krmná směs (telata)	1890	663,8
2. krmná směs (prasata)	692,3	1924,4
3. krmná směs (nosnice)	2780	140,6
2. krmná směs (o 50 ml více vody)	2570	167,8

Obr. 23 Graf hmotností granulí a odrolu



## 9.5 Měření mechanické odolnosti (PDI) granulí

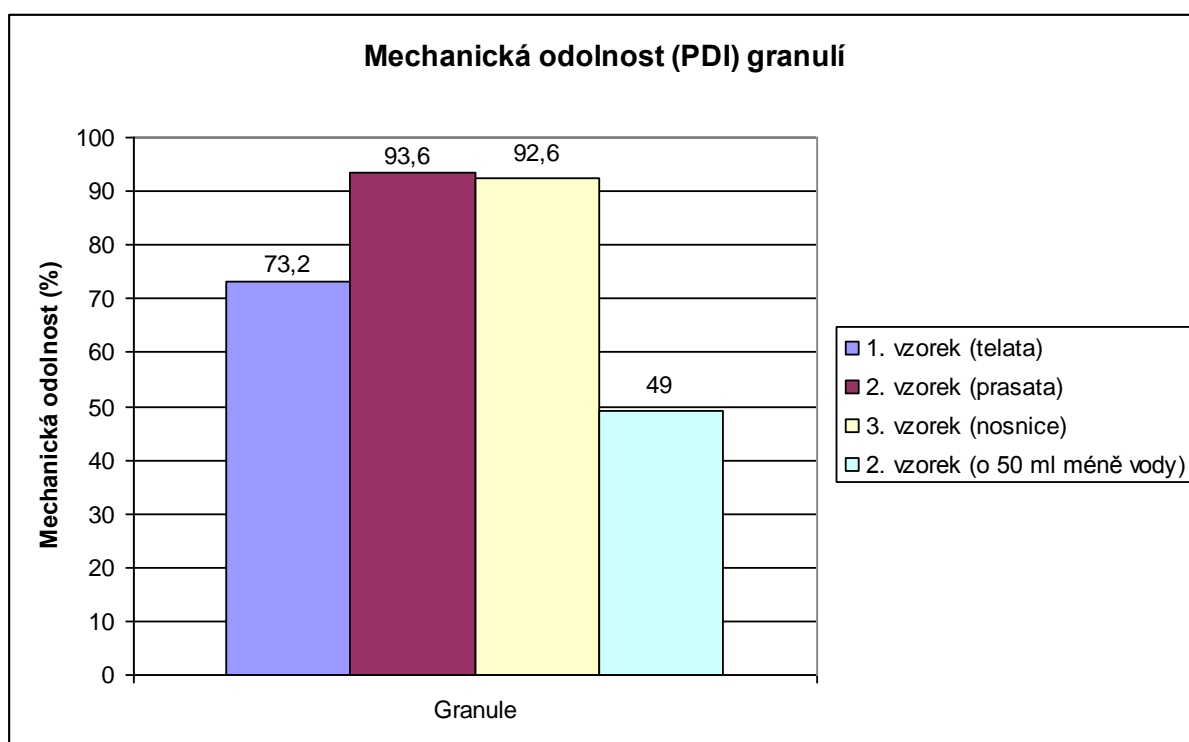
Měření bylo provedeno v již zmíněném Výzkumném ústavu zemědělské techniky v.v.i. v Praze u Ruzyně. Vzorkami pro měření byly granule z krmných směsí. Nejdříve se granule prosávaly na sítu od případných jemných prachových částic. Potom se odměřil vzorek o hmotnosti 200 g. Ten se nasypal do komory již také zmíněného pellet testeru Holmen NHP 100. Zaaretovalo se horní víko, uzavřela přední dvířka a spustil vypínač. Časový spínač byl nastaven na 60 sekund. Po jedné minutě se uvolnilo víko a granule se sypaly do připravené nádoby. Následně se přesypaly do nádoby na váze a zvažily. Rozdíl mezi hmotností vzorku před testováním a po testování je ukazatelem mechanické odolnosti (PDI) granulí. Bylo provedeno 5 měření pro tři vzorky. Pro čtvrtý vzorek resp. pro druhý vzorek s méně vody byly provedeny 3 měření, protože hmotnost granulí byla 692,3 g. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tab. 15. Grafické vyjádření mechanické odolnosti granulí je na obr. 24.

Tab. 15 Naměřené hodnoty vzorků granulí po testování na pellet testeru

Granule	Naměřené hodnoty (g)					Průměr
	1. vzorek	146	148	150	142	

(telata)						
2. vzorek (prasata)	188	186	186	188	188	<b>187,2 g</b>
3. vzorek (nosnice)	186	184	186	186	184	<b>185,2 g</b>
2. vzorek (méně vody)	90	102	102			<b>98 g</b>

Obr. 24 Mechanická odolnost (PDI) granulí



Hlavní podíl pro tento výsledek má složení pro dané krmné směsi. Rozhodující složkou je pivovarské mláto. Zastoupení pivovarského mláta v krmné směsi pro telata bylo ze 40 %. U krmných směsí pro prasata a nosnice byl podíl pivovarského mláta 10 %. Zastoupení vlákniny má vliv na granulování. Lze říct, že čím je vyšší obsah vlákniny v krmné směsi, tak dochází ke zhoršení mechanické odolnosti granulí.

## 10 Praktická část alternativa

### 10.1 Metodika výkrmu brojlerových kuřat

Pokus výkrmu brojlerových kuřat probíhal v demonstrační a pokusné stáji České Zemědělské Univerzity v Praze na Suchdole. Kolaudace demonstrační a pokusné stáje byla 4. listopadu 1998. Poslední akreditace byla udělena Ústřední komisí pro ochranu zvířat (ÚKOZ) v roce 2007. Hlavním posláním je prezentace živého materiálu (rostlin a živočichů). Dále jsou zde k vidění technologie, které se používají pro pěstování rostlin a chov živočichů. Jsou zde také způsoby a techniky jejich rozmnožování. Hlavní budova je rozdělena na dvě části. V jedné části se nachází demonstrační a výuková místnost. Dále se nachází prostory pro pokusný výkrm králíků, stáj pro ovce, kozy a skot. Je zde také bioplynová laboratoř a přípravná objemného krmiva. Na druhé straně se nachází kanceláře, šatny a sociální zázemí pro zaměstnance a studenty. Dále jsou zde místnosti pro výzkumnou (prasata, drůbež, ryby, potkani a jiná zvířata) a výukovou činnost. V této části je také provozní sklad. Krmení brojlerových kuřat bylo prováděno pod dohledem Ing. Vladimíra Plachého Ph.D., který je pedagogem z fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze. Byly sestaveny dvě kontrolní skupiny brojlerových kuřat, každá skupina obsahovala 55 kuřat. Pro obě skupiny byla použita dvě základní krmiva, jedno obsahovalo jako základ lupinu úzkolistou (dále jen lupina) a druhé krmivo obsahovalo hrách. Přehled základních složek obou krmiv je uveden v tab. 16.

*Tab. 16 Přehled základních složek lupiny úzkolisté a hrachu*

Složka	Hrách (%)	Lupina úzkolistá (%)
Bílkoviny	20 – 25	32 – 36
Škrob	40 – 45	4 – 10
Tuk	3	5 – 7
Vláknina	5 – 7	15 – 16

*Zdroj: [50]*

Kvasnice se přidávaly do 6 % celkové hmotnosti krmiva v usušeném stavu. Sušina kvasnic byla stanovena na 91 %. Výkrm začal dne 30.10. 2014 a ukončen byl 15.12. 2014. Z toho vyplývá, že celkový počet dní výkrmu činil 46 dní. První vážení bylo dne 30.10.2014. Další vážení byla provedena 10.11., 19.11., 1.12. a 15.12. 2014. Vážení ze dne 15.12. 2014 je

vážení před porážkou. Vážení brojlerových kuřat proběhlo na laboratorní váze typu KERN 572 s rozsahem váživosti 0 až 6,5 kg. (viz obr. 25). Hmotnostní údaje ze dne 30.10. 2014 jsou uvedeny v tab. 17. Hodnoty jsou seřazeny od nejnižší po největší hmotnost a jsou zaokrouhleny na desetinu gramu. [49]

*Obr. 25 Laboratorní váha typ KERN 572*



*Tab. 17 Vážení brojlerových kuřat první den krmení (30.10. 2014)*

Hmotnost kuřete krmeného lupinou (g)				Hmotnost kuřete krmeného hrachem (g)			
38,1	39,5	39,7	39,9	37,3	38,5	38,9	38,9
40,1	40,2	40,7	40,8	39,6	40,3	40,9	41,3
40,8	41	41	41,1	41,4	41,7	42	42,1
41,2	41,6	41,7	41,7	42,2	42,2	42,5	42,7
41,7	41,8	41,8	41,8	42,7	43	43,1	43,2
41,8	42	42	42,1	43,2	43,3	43,4	44
42,2	42,6	42,7	42,8	44,1	44,2	44,2	44,2
43,2	43,2	43,2	43,4	44,2	44,4	44,5	44,5
43,5	43,8	43,9	44,2	45	45	45,2	45,3
44,3	44,5	44,6	44,6	45,3	45,5	45,5	45,8



46,7	47,5	47,5	47,6	45,9	45,9	46,4	46,7
47,7	48	48,2	48,3	46,8	46,8	47	47,1
48,4	48,8	49,4	49,8	47,3	47,4	48	48,2
51,2	51,9	52,0		48,7	49,2	49,3	
<b>Průměr = 44,3 g</b>				<b>Průměr = 44,0 g</b>			

Další hodnoty z vážení jsou v tab. 18. To bylo provedeno jedenáctý den krmení (10.11. 2014). Hodnoty jsou seřazeny od nejnižší po nejvyšší a jsou zaokrouhleny na desetinu gramu.

*Tab. 18 Vážení brojlerových kuřat jedenáctý den krmení (10.11. 2014)*

Hmotnost kuřete krmeného lupinou (g)				Hmotnost kuřete krmeného hrachem (g)			
92,3	140,2	168	169,1	181,6	186,5	190,6	193,7
177,2	181,7	184,7	185,1	195,3	195,7	196,7	198,2
190,7	193,3	194,1	194,5	201,7	205,8	207,1	207,7
194,6	195,5	196,9	198	210,9	211,8	215,2	215,7
199,1	199,3	201,2	203,8	216,8	217,5	218,1	220,9
204,3	205,3	206,9	207,7	222,3	223,9	224,8	228,5
210,9	211,9	215,1	216,2	229	230,2	230,4	231,9
217,3	218,8	219,5	220,2	233,1	235,2	236,2	236,4
220,6	223,5	225,4	225,6	236,5	236,6	237,9	238,5
229,2	230,8	231,3	232,1	238,5	241,3	243,1	244,3
232,2	232,9	234,9	238,8	245,1	245,3	246,3	246,8
239,9	240,4	240,7	241,6	247,1	247,2	252,5	252,8
241,9	242,3	242,7	242,8	261,4	262,3	265,5	267
243,3	246			269,9	271,6		
<b>Průměr = 220,2 g</b>				<b>Průměr = 228,7 g</b>			

Další stanovení hmotnosti brojlerových kuřat bylo provedeno dne 19.11. 2014. Zde jsou hodnoty zaokrouhleny na celé gramy. Hodnoty z vážení jsou uvedeny v tab. 19.

*Tab. 19 Vážení brojlerových kuřat dvacátýprvní den krmení (19.11. 2014)*

Hmotnost kuřete krmeného lupinou (g)				Hmotnost kuřete krmeného hrachem (g)			
222	421	434	476	411	418	436	442
529	530	535	557	448	465	465	483

560	561	562	564	489	494	503	503
571	579	590	600	512	512	513	524
617	618	624	629	525	526	529	535
631	633	645	650	540	544	545	548
655	658	665	671	553	553	557	557
675	675	675	676	559	562	565	573
676	680	681	687	580	586	590	596
689	696	696	697	596	598	599	599
697	700	700	713	601	603	606	609
719	724	726	727	618	631	633	643
730	732	742	746	648	655	660	667
760	775	796	824	673	674	675	697
839	840	861		740	759	787	
<b>Průměr = 653 g</b>				<b>Průměr = 576 g</b>			

Předposledním vážení brojlerových kuřat se konalo dne 1.12.2014, tedy 32. den po zahájení krmení. Naměřené hmotnosti jsou uvedeny v tab. 20, opět jsou naměřené hodnoty seřazeny vzestupně a zaokrouhleny na celé gramy.

*Tab. 20 Vážení brojlerových kuřat třicátýdruhý den krmení (1.12. 2014)*

Hmotnost kuřete krmeného lupinou (g)				Hmotnost kuřete krmeného hrachem (g)			
513	966	1001	1031	870	944	947	1035
1068	1078	1101	1103	1046	1056	1069	1080
1184	1201	1204	1208	1102	1107	1127	1172
1214	1216	1221	1246	1176	1193	1199	1199
1248	1253	1268	1269	1202	1205	1210	1212
1278	1284	1296	1308	1229	1237	1239	1247
1309	1311	1315	1315	1267	1274	1276	1291
1331	1356	1358	1374	1297	1298	1307	1310
1382	1382	1388	1393	1317	1323	1357	1368
1403	1408	1457	1460	1369	1369	1391	1403
1471	1482	1484	1493	1414	1433	1446	1453
1575	1584	1589	1596	1457	1461	1463	1486
1600	1622	1650	1661	1490	1527	1592	1622

1746	1861			1638	1639		
<b>Průměr = 1371 g</b>				<b>Průměr = 1286 g</b>			

## 10.2 Přírůstky na hmotnosti

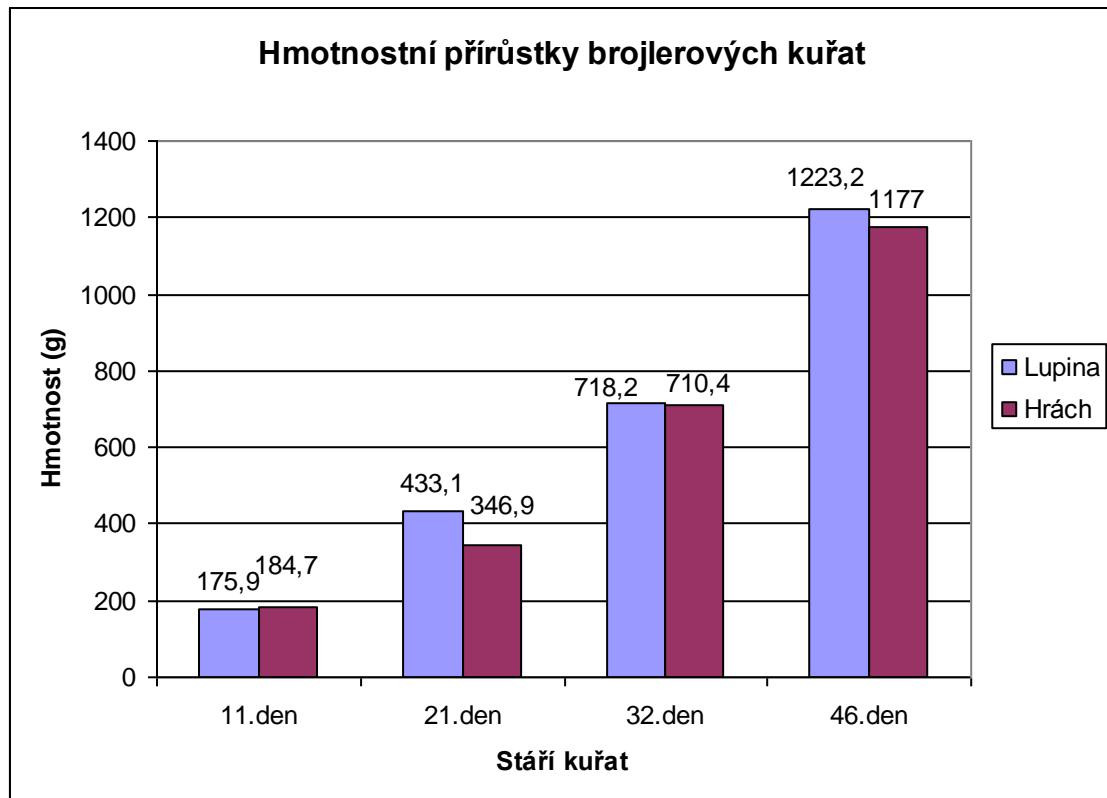
Z jednotlivých vážení lze určit průměrné přírůstky u brojlerových kuřat. Konkrétně se jedná o přírůstky po 11., 21., 32. a 46. dnu. Hodnoty jsou uvedeny v tab. 21 a následně vyneseny do grafu viz obr. 26. Jsou opět zvlášť pro kuřata, kde krmivo bylo na bázi lupiny a hrachu. Přírůstek pro 46. může být trochu nepřesný, protože vychází z rozdílu průměrných hodnot pro 46. a 32. den výkrmu.

*Tab. 21 Hmotnostní přírůstky brojlerových kuřat krmena lupinou a hrachem*

Hmotnostní přírůstky kuřat krmené na bázi lupiny			Hmotnostní přírůstky kuřat krmené na bázi hrachu		
Přírůstek 11.den (g)	Přírůstek 21.den (g)	Přírůstek 32.den (g)	Přírůstek 11.den (g)	Přírůstek 21.den (g)	Přírůstek 32.den (g)
54,2	129,7	291	144,3	229,4	459
100,7	280,8	545	148	231,5	526
128,3	266	567	151,7	245,4	511
129,2	306,9	555	154,8	248,3	593
137,1	350,3	539	155,7	252,7	598
141,5	348,3	548	155,4	269,3	591
144	351,8	566	155,8	268,3	604
144,3	367,7	546	156,9	284,8	597
149,9	367,9	624	160,3	287,3	613
152,3	369,3	640	164,1	288,2	613
153,1	369,5	642	165,1	295,9	624
153,4	371,9	644	165,6	295,3	669
153,4	376,4	643	168,7	301,1	664
153,9	383,5	637	169,6	300,2	681
155,2	393,1	631	172,7	297,8	686
156,3	402	646	173	308,3	675
157,4	417,9	631	174,1	308,2	677
157,5	418,7	635	174,5	308,5	679
159,4	422,8	644	175	310,9	681
162	425,2	640	177,7	314,1	677
162,5	426,7	647	179,1	317,7	689
163,3	427,7	651	180,6	320,1	693
164,9	438,1	651	181,4	320,2	694
165,6	442,3	658	184,5	319,5	699
168,7	444,1	654	184,9	324	714
169,3	446,1	653	186	322,8	721
172,4	449,9	650	186,2	326,6	719

173,4	454,8	644	187,7	325,1	734
174,1	457,7	656	187,7	327,1	738
175,6	456,2	681	188,7	328,9	736
176,3	455,5	683	190,8	329,8	742
176,8	455,8	698	191,7	336,8	737
177,1	455,4	706	191,9	343,6	737
179,7	456,5	702	191,5	349,5	737
181,4	455,6	707	191,6	353,4	767
181,5	461,4	706	192,7	358,1	772
184,9	459,4	714	193,2	357,5	773
186,3	465,2	712	193,2	359,5	771
186,7	464,7	761	195,8	357,7	792
187,5	464,9	763	197,6	355,9	804
187,5	464,8	774	198,5	356,7	813
188,2	467,1	782	199,2	357,9	830
190,2	465,1	784	199,4	360,7	840
194	474,2	780	199,9	362,7	844
194,9	479,1	795	200,1	371,2	839
195,3	483,6	795	200,3	383,9	830
195,4	485,3	817	200,4	385,8	830
196,1	485,4	825	205,5	390,5	843
196,1	488,1	833	205,7	395,2	842
196,2	489,7	834	214,1	393,6	872
196,3	499,3	827	214,9	397,7	932
196,3	503,2	828	217,5	401,5	955
196,8	516,9	815	218,8	406	965
199,3	529	809	221,2	404,1	965
<b>Průměr = 176 g</b>	<b>Průměr = 433 g</b>	<b>Průměr = 718 g</b>	<b>Průměr = 185 g</b>	<b>Průměr = 347 g</b>	<b>Průměr = 710 g</b>

Obr. 26 Hmotnostní přírůstky



### 10.3 Jatečná výtěžnost brojlerových kuřat

Poslední vážení proběhlo 15.12. 2014 těsně před porážkou. Hodnoty z vážení jsou zaznamenány v tab. 22 a 23. Bylo odporáženo celkem 40 kuřat. Dvacet kuřat, kde základem krmiva byla lupina a dvacet, kde základem krmiva byl hrách. Na obr. 27 jsou brojlerová kuřata v den porážky. Zde se také zaznamenávalo o jaké se jedná pohlaví. Dále se zjišťovala hmotnost drobů a jaká je v procentech jatečná výtěžnost.

Obr. 27 Brojlerová kuřata v den porážky



Tab. 22 Vázení 15.12. 2014 před porážkou brojlerových kuřat krmena lupinou

Základ krmiva	pohlaví	Živá hmotnost (g)	Hmotnost trupu (g)	Droby (g)	Jatečná výtěžnost (%)
Lupina	F	2696	1976	119	73,3
Lupina	F	2342	1680	101	71,7
Lupina	F	2514	1812	108	72,1
Lupina	F	2954	2186	131	74,0
Lupina	F	2452	1856	111	75,7
Lupina	F	2476	1844	111	74,5
Lupina	F	2382	1832	110	76,9
Lupina	F	2492	1838	110	73,8
Lupina	F	2626	2008	120	76,5
Lupina	F	2672	2010	121	75,2
Lupina	F	2212	1564	94	70,7
Lupina	F	2039	1532	92	75,1
Lupina	F	2132	1580	95	74,1
Lupina	M	2550	1912	115	75,0
Lupina	M	2562	1752	106	68,4
Lupina	M	2940	2186	131	74,4
Lupina	M	2892	2130	128	73,7
Lupina	M	2841	2088	125	73,5
Lupina	M	2642	1954	117	74,0

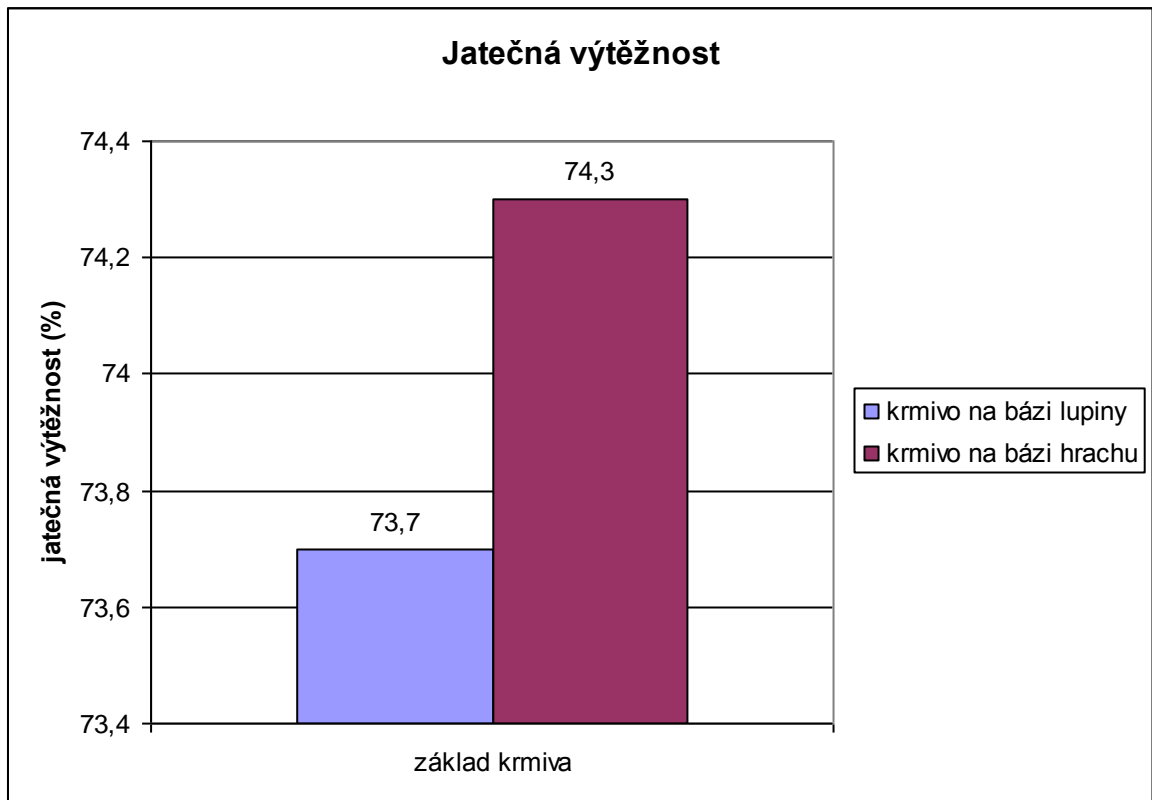
Lupina	M	2466	1854	111	75,2
průměr		<b>2595 g</b>	<b>1911 g</b>	<b>112,8 g</b>	<b>73,7 %</b>

*Tab. 23 Vážení 15.12. 2014 před porážkou brojlerových kuřat krmena hrachem*

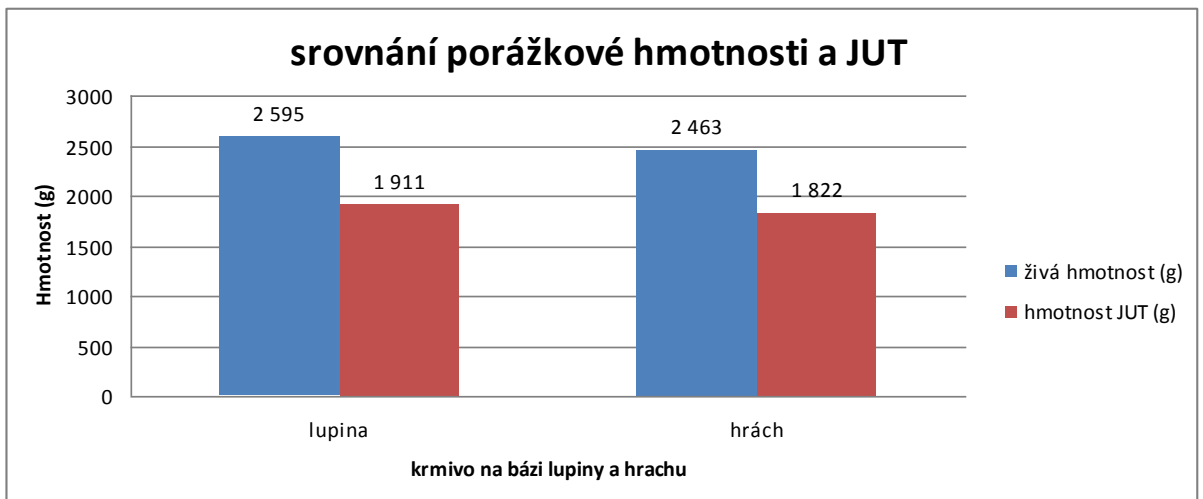
Základ krmiva	pohlaví	Živá hmotnost (g)	Hmotnost trupu (g)	Droby (g)	Jatečná výtěžnost (%)
Hrách	F	2646	1898	118	71,7
Hrách	F	3196	2412	114	75,5
Hrách	F	2220	1768	109	79,6
Hrách	F	2762	2018	106	73,1
Hrách	F	2522	1888	118	74,9
Hrách	F	2824	1608	113	56,9
Hrách	F	2398	1448	97	60,4
Hrách	F	1784	1448	87	81,2
Hrách	F	2214	1736	132	78,4
Hrách	F	2038	1718	104	84,3
Hrách	F	2388	1684	103	70,5
Hrách	F	2024	1536	116	75,9
Hrách	F	2052	1506	90	73,4
Hrách	M	2906	2148	145	73,9
Hrách	M	2396	1814	129	75,7
Hrách	M	2522	1972	121	78,2
Hrách	M	2302	1968	101	85,5
Hrách	M	2586	1890	118	73,1
Hrách	M	2970	2248	135	75,7
Hrách	M	2452	1732	110	70,6
průměr		<b>2463 g</b>	<b>1822 g</b>	<b>113,3 g</b>	<b>74,3 %</b>

Na obr. 28 a 29 jsou grafy, které charakterizují průměrnou jatečnou výtěžnost a srovnání porážkové hmotnosti a jatečně upraveného těla (JUT).

Obr. 28 Graf jatečná výtěžnost



Obr. 29 Srovnání porážkové hmotnosti a JUT



Z grafu vyplývá, že u kuřat, která byla vykrmována na krmivem na bázi lupiny je průměrný rozdíl mezi porážkovou hmotností a jatečně upraveného těla 684 gramů. U kuřat, kde krmivo bylo na bázi hrachu je průměrný rozdíl mezi porážkovou hmotností a jatečně upraveného těla 641 gramů.



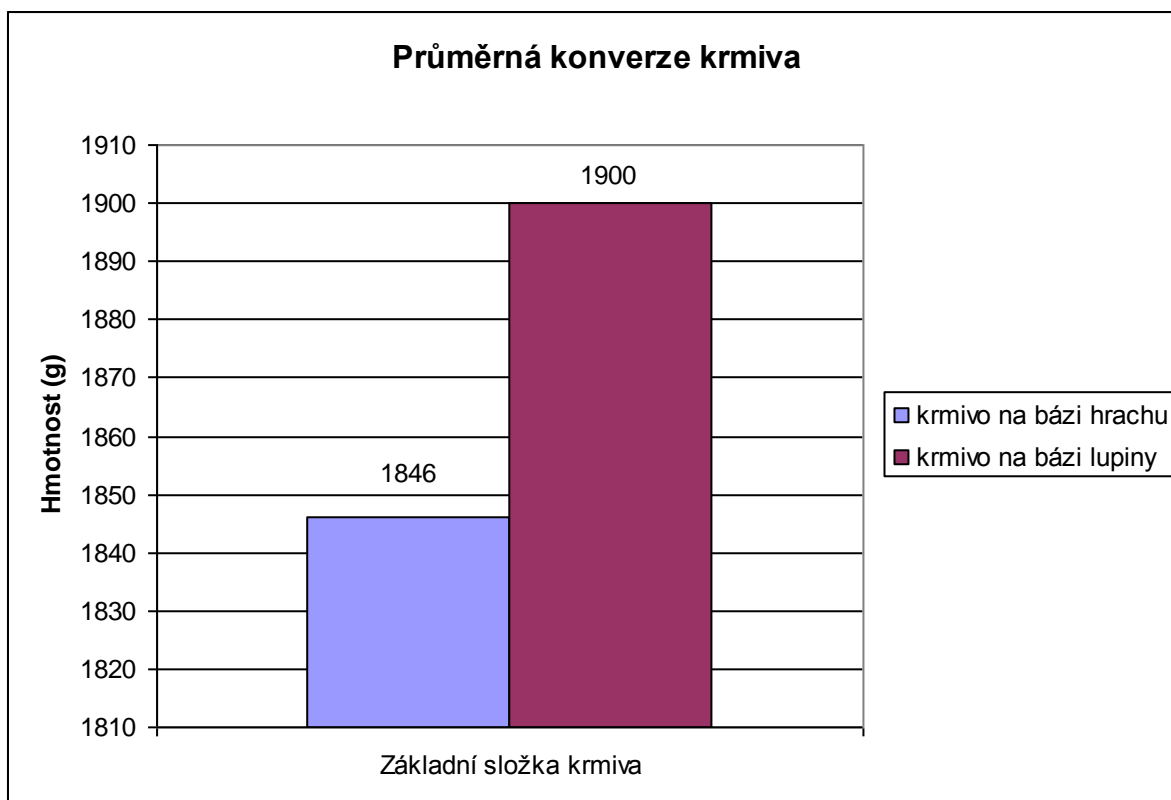
## 10.4 Spotřeba a konverze krmiva

Spotřeba obou typů krmiva na bázi lupiny a hrachu je uvedena v tab. 24 a je rozdělená do tří stádií. Konverze krmiva je zobrazena na grafu viz obr. 30.

Tab. 24 Spotřeba krmiva

	Lupina (kg)	Hrách (kg)
1. – 10. den	15	15
11. – 35. den	288	261
36. – 46. den	214	190
<b>součet</b>	<b>517 kg</b>	<b>466 kg</b>

Obr. 30 Konverze krmiva



## 11 Závěr

Tato diplomová práce byla zaměřena na využití odpadních kvasnic jako aditiva pro krmivářský a potravinářský průmysl. Je popsáno využití odpadních kvasnic jako aditiva pro krmení hospodářských zvířat a jejich doporučené dávkování. V potravinářském průmyslu jsou charakterizovány výrobky, v jejichž složení jsou i pivovarské kvasnice. Jednotlivé produkty jsou popsány z hlediska složení i významu. V praktické části této práce je v několika krocích popsán postup pro výrobu granulí pro tři odlišné krmné směsi, které byly určeny pro telata od 3 do 6 měsíců, pro konečnou fázi výkrmu prasat nad 65 kg živé hmotnosti a pro výkrm nosnic v plemenných chovech. Toto nově vyvinuté krmivo bylo testováno ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v.v.i., kde na přístroji Pellet Tester Holmen NHP 100 byla stanovena mechanická odolnost granulí, což je jedna z fyzikálních vlastností, která se stanovuje u granulovaných krmných směsí. Pro první krmnou směs vyšla mechanická odolnost 73,2 %. Pro druhou krmnou směs vychází mechanická odolnost 93,6 % a pro třetí krmnou směs 92,6 %. Lze říct to, že granule z první směsi mají oproti granulím z druhé a třetí krmné směsi přibližně o pětinu horší mechanickou odolnost. Největší vliv má na tomto výsledku složka, která má největší procentuální zastoupení a tou je pivovarnické mláto. Z posledního vzorku resp. opravného vzorku pro druhou směs je výsledek mechanické odolnosti pouze 49 %. To má hlavně za následek, že bylo použito nedostatečné množství vody a tím vyšel vysoký podíl odrolu (73,54 %) vůči granulím (26,46 %). Nový vývoj krmiva nemohl být z časových důvodů řádně ověřen, odzkoušení se proto předpokládá v případné doktorandské práci. Z druhé, praktické části, lze uvést následující výsledky, např. že brojlerová kuřata, v jejich krmivu byl hlavním podílem lupina úzkolistá, mají větší hmotnostní přírůstky. Největší hmotnostní přírůstek je od 11. do 21. dne výkrmu. Průměrný přírůstek v tomto období byl u kuřat, krmena na bázi lupiny o 86 g větší. Jatečná výtěžnost má zanedbatelný rozdíl. Rozdíl v hmotnosti drobů je také zanedbatelný. Hmotnost trupu u kuřat krmena na bázi lupiny je v průměru o 89 g větší než u kuřat krmena na bázi hrachu. Porážková hmotnost u kuřat krmena na bázi lupiny je v průměru o 132 g větší než u kuřat krmena na bázi hrachu. S tím souvisí, že celková spotřeba krmiva se základní složkou lupiny byla větší o 51 kg než spotřeba krmiva se základní složkou hrachu. Konverze krmiva znamená spotřeba krmiva na 1 kg přírůstku. Výsledkem byla konverze krmiva na bázi hrachu 1846 g a krmiva na bázi lupiny 1900 g. Přídavek sušených kvasnic do obou typů krmiva neměl na přírůstek hmotnosti brojlerových kuřat předpokládaný významnější přínos, ale vzhledem k obsahu přirozeného zdroje aminokyselin, vitamínů především skupiny B a minerálních látek, lze předpokládat

zlepšení chuťových a výživových vlastností získaného masa, což však musí prokázat dlouhodobé testování. Proces sušení je velice energeticky náročný. Vzhledem ke zpřísnujícím se požadavkům na zatížení odpadních vod, je reálný předpoklad, že náklady na odpaření přebytečné vody budou nižší než náklady na sankcích za znečišťování vod. Na 1 hl vyrobeného piva připadá 2 l odpadních kvasnic. V současné době činí celková produkce vyrobeného piva v České Republice cca 18 605 000 hl piva. To znamená, že množství odpadních kvasnic je přibližně 372 100 hl. Vzhledem k tomu, že řada pivovarů nemá vlastní ČOV, jdou tyto kvasnice obsahující odpadní vody do řeky, kterou tímto způsobem kontaminují.

## Seznam použité literatury

- [1] Basařová, Gabriela a kol. *Pivovarství*. Praha: VŠCHT, 2010. 863 s. ISBN 978-80-7080-734-7
- [2] KUNZE, Wolfgang. *Technology brewing and malting*. Berlín: VLB, 2010. ISBN 978-3-921690-64-2.
- [3] Chládek, Ladislav. *Pivovarnictví*. 1.vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. 208 s. ISBN 978-80-247-1616-9
- [4] VEJNAR, Emanuel. *Pivovarské kvasnice* [online]. 2008 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://pivovarske-kvasnice.cz/>
- [5] MRÁZ AGRO CZ S.R.O. *Pivovarské kvasnice* [online]. 2011 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z:<http://mrazagro.cz/cs/krmivarstvi/pivovarske-a-sladarske-produkty/pivovarske-kvasnice.html>
- [6] VEJNAR, Emanuel. *Pivovarské kvasnice* [online]. 2008 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://pivovarske-kvasnice.cz/slozeni-a-vliv>
- [7] VEJNAR, Emanuel. *Pivovarské kvasnice* [online]. 2008 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://pivovarske-kvasnice.cz/davkovani>
- [8] EVROPSKÁ KOMISE. *Aditiva pro krmné směsi* [online]. 2010 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: [www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/1576.doc](http://www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/1576.doc)
- [9] DELACON. *Přípravky na bázi kvasinkové kultury* [online]. 2012 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z:[http://www.delacon.eu/cz/kvasinkove\\_kultury/rumex,%20levucell.php](http://www.delacon.eu/cz/kvasinkove_kultury/rumex,%20levucell.php)
- [10] DELACON. *Přípravky na bázi kvasinkové kultury* [online]. 2012 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z:[http://www.delacon.eu/cz/organicka\\_forma\\_selenu.php](http://www.delacon.eu/cz/organicka_forma_selenu.php)
- [11] VĚDECKÝ NÁZOR NA BONVITAL (ENTEROCOCCUS FAECIUM), JAKO DOPLŇKOVÉ LÁTKY PRO VÝKRM KUŘAT. *European Food Safety Authority* [online]. 2010 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: [www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/1636.doc](http://www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/1636.doc)

- [12] DESTILA S.R.O. *Propagační stanice* [online]. 2014 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z:<http://www.destila.cz/propagacni-stanice>
- [13] DESTILA S.R.O. *Kvasničárna* [online]. 2014 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://www.destila.cz/kvasnicarny>
- [14] DESTILA S.R.O. *Propagační stanice* [online]. 2014 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z:<http://www.destila.cz/propagacni-stanice-ps-150-a-ps-300>
- [15] ENERGETIKA CZ. *Peristaltické čerpadlo* [online]. 2007 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z:<http://mve.energetika.cz/jineturbiny/peristalticke-cerpadlo.htm>
- [16] Válcová sušárna [online]. 2007 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: [http://lat.zshk.cz/media.aspx?id=SLT032&TB\\_iframe=true&height=750&width=820](http://lat.zshk.cz/media.aspx?id=SLT032&TB_iframe=true&height=750&width=820)
- [17] VERDER S.R.O. *Piškotové čerpadlo* [online]. 2006 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z:<http://www.verder.cz/cerpadla/cerpadlo-s-rotacnimi-pisty/verderlobe-pumps/tra20/>
- [18] SIGLER, Karel a Dagmar MATOULKOVÁ. Pivovarské kvasinky a reakce na stres. *Pivovarské kvasnice*[online]. 2011 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: [www.kvasnyprumysl.net/download.php?clanek=81](http://www.kvasnyprumysl.net/download.php?clanek=81)
- [19] Horizontální bubnová odstředivka [online]. 2010 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z:<http://www.dolphincentrifuge.com/alfa-laval-nx-418-decanter-centrifuge/>
- [20] VITOKONEX S.R.O. *Membránový filtr* [online]. 2007 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z:<http://www.vitokonex.cz/product/cross-flow-filtr-tmc:285/>
- [21] *Monžík* [online]. 2002 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: [http://www.energyweb.cz/web/index.php?display\\_page=2&subitem=2&sl\\_mode=abc&sl\\_vnik\\_page=monzik.html](http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=2&sl_mode=abc&sl_vnik_page=monzik.html)

- [22] SVOBODA - FRANĀKOVÁ. *Kvasnice pro spodní kvašení* [online]. 2011 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: <http://www.svoboda-frankova.cz/dalsi-produkty/susene-kvasnice/kvasnice-saflager-s23/>
- [23] AL - MO SPOL. S.R.O. *Sušící technika* [online]. 2003 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: <http://al-mo.cz/susici-technika-allgaier-process-technology.html>
- [24] VYROBTE SI PIVO. *Kvasnice pro spodní kvašení* [online]. 2005 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: <http://www.vyrobtesipivo.cz/saflager-w-3470-p28>
- [25] VAŠEPIVO.CZ. *Kvasnice pro svrchní kvašení* [online]. 2006 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: <http://www.vasepivo.cz/zbozi/kvasnice/-pro-svrchne-kvasena-piva-O89/safbrew-s-33-Z441.html>
- [27] MRÁZ AGRO CZ S.R.O. *Tekuté kvasnice* [online]. 2007 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: [http://mrazagro.cz/pdf/kvasnice\\_tekute.pdf](http://mrazagro.cz/pdf/kvasnice_tekute.pdf)
- [28] VERDER. *Pracovní princip piškotového čerpadla* [online]. 2009 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: [http://bia-verder.verder.ams3.footsteps.nl/Cerpadla/Piskotova\\_cerpadla/Pracovni\\_princip\\_piskotovych\\_cerpadel](http://bia-verder.verder.ams3.footsteps.nl/Cerpadla/Piskotova_cerpadla/Pracovni_princip_piskotovych_cerpadel)
- [29] VAŠEPIVO.CZ. *Kvasnice pro svrchní kvašení* [online]. 2007 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: <http://www.vasepivo.cz/zbozi/kvasnice/-pro-svrchne-kvasena-piva-O89/safale-s-04-Z452.html>
- [30] Start with Vegemite. *Vegemite* [online]. 2012 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <https://www.vegemite.com.au/products/vegemite>
- [31] Start with Vegemite. *Vegemite Cheesybite* [online]. 2012 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <https://www.vegemite.com.au/products/vegemite-cheesybite>

- [32] Start with Vegemite. *Vegemite Reduced Salt* [online]. 2012 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <https://www.vegemite.com.au/products/vegemite-reduced-salt>
- [33] Marmite. *Nutritional information* [online]. 2010 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Marmite>
- [34] Pangamin. *Pangamin Klasik* [online]. 2014 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.pangamin.cz/pivovarske-vasnice/9-pangamin-klasik.html>
- [35] Pangamin. *Pangamin Bifi Plus* [online]. 2014 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.pangamin.cz/pivovarske-vasnice/77--pangamin-bifi-plus-sacek.html>
- [36] Pangamin. *Pangamin Algamin* [online]. 2014 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.pangamin.cz/pivovarske-vasnice/5-pangamin-algamin.html>
- [37] Pangamin. *Pangamin Glukavin* [online]. 2014 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.pangamin.cz/pivovarske-vasnice/13-pangamin-glukavin.html>
- [38] Kvasničný extrakt. *Kvasničné extrakty* [online]. 2013 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.novali.cz/cz/kvasnicne-extrakty>
- [39] Belex Super 1000. *Kvasničný extrakt* [online]. 2008 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.bisi.cz/suroviny/pro-potravinarsky-prumysl/299/latky-zvyraznujici-chut/330/kvasnicne-extrakty/515>
- [40] ADÁMEK, Lubomír, Johanna RYBÁŘOVÁ, Miloslav RUT, Jiří KARNET a František ŠTROS. *Způsoby výroby kvasničného autolyzátu* [patent]. A 23 J I/18, 256863. Uděleno 17.9.1987.
- [41] *Mikros DV* [online]. 2014 [cit. 2015-01-27]. Dostupné z: <http://www.prohopo.cz/cs/p-1564-mikros-dv-1kg/?cat=194>

- [42] *Adicox AP* [online]. 2011 [cit. 2015-01-27]. Dostupné z:[http://www.bioferm.cz/BIOFERM\\_Letaky\\_Produkty/AdiCox%20AP%20CZ%202014\\_25\\_7.pdf](http://www.bioferm.cz/BIOFERM_Letaky_Produkty/AdiCox%20AP%20CZ%202014_25_7.pdf)
- [43] *Program pro drůbež* [online]. 2011 [cit. 2015-01-27]. Dostupné z: <http://www.schaumann.cz/vyrobky/drubez/>
- [44] *Sušení organických zbytků v sušárně s válcovým ložem* [online]. 2008 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: [http://al-mo.cz/content/file/Allgaier\\_susarna\\_s\\_valcovym\\_lozem\\_WB\\_T.pdf](http://al-mo.cz/content/file/Allgaier_susarna_s_valcovym_lozem_WB_T.pdf)
- [45] *Hadicová a peristaltická čerpadla - funkční princip* [online]. 2008 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z:<http://www.verder.cz/pumps/hadicove-cerpadlo/funkcni-princip/>
- [46] *Parní bubnová sušárna* [online]. 2015 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: <http://www.susarny-micharny.cz/index.php?nid=10472&lid=cs&oid=2409376>
- [47] *Parní bubnová sušárna* [online]. 2015 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: <http://www.susarny-micharny.cz/index.php?nid=10472&lid=cs&oid=2409368>
- [48] Kosař a kol. *Technologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS, 2000. 398 s. ISBN 80-902658-6-3
- [49] *Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů* [online]. 2007 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z:<http://www.af.czu.cz/cs/?r=5210>
- [50] BOUCNÍK, Miroslav. *Lupina - zlepšující surovina při výrobě potravinářských výrobků*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně Agronomická fakulta Ústav technologie potravin. Vedoucí práce Ing. Viera Šottníková, Ph.D.
- [51] *Pellet tester Holmen NHP 100* [online]. 2010 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z:<http://www.tekpro.com/PDF/Holmen%20NHP100%20Leaflet.pdf>
- [52] *Testing Pellet Quality* [online]. 2010 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.lignotechfeed.com/Pelleting-Aids/About-Pelleting/Testing-Pellet-Quality>



## Seznam tabulek

Tab. 1 Složení buněčné stěny pivovarské kvasnice .....	3
Tab. 2 Požadavky na mladinu a nasazení kvasnic .....	17
Tab. 3 Příklad laboratorní propagace kvasinek .....	17
Tab. 4 Průměrný obsah látek pivovarské kvasnice .....	23
Tab. 5 Doporučené dávkování sušených kvasnic pro hospodářská zvířata .....	25
Tab. 6 Průměrný obsah látek v sušině.....	27
Tab. 7 Složení nutričních hodnot pomazánky Marmite .....	30
Tab. 8 Složení nutričních hodnot výrobku Vegemite .....	30
Tab. 9 Složení nutričních hodnot výrobku Vegemite Cheesybite .....	31
Tab. 10 Složení nutričních hodnot výrobku Vegemite Reduced Salt .....	31
Tab. 11 Složení doporučené denní dávky výrobku Pangamin Bifi Plus.....	33
Tab. 12 Technické parametry Pellet testeru Holmen NHP 100 .....	42
Tab. 13 Uvedené úbytky na hmotnosti .....	43
Tab. 14 Hmotnost granulí a odrolu .....	44
Tab. 15 Naměřené hodnoty vzorků granulí po testování na pellet testeru.....	45
Tab. 16 Přehled základních složek lupiny úzkolisté a hrachu .....	47
Tab. 17 Vážení brojlerových kuřat první den krmení (30.10. 2014).....	48
Tab. 18 Vážení brojlerových kuřat jedenáctý den krmení (10.11. 2014) .....	49
Tab. 19 Vážení brojlerových kuřat dvacátýprvní den krmení (19.11. 2014) .....	49
Tab. 20 Vážení brojlerových kuřat třicátýdruhý den krmení (1.12. 2014) .....	50
Tab. 21 Hmotnostní přírůstky brojlerových kuřat krmena lupinou a hrachem .....	51
Tab. 22 Vážení 15.12. 2014 před porážkou brojlerových kuřat krmena lupinou.....	54
Tab. 23 Vážení 15.12. 2014 před porážkou brojlerových kuřat krmena hrachem .....	55
Tab. 24 Spotřeba krmiva .....	57

## Seznam obrázků

Obr. 1 Kvasničná buňka .....	3
Obr. 2 Peristaltické čerpadlo .....	10
Obr. 3 Piškotové čerpadlo .....	11
Obr. 4 Vibrační síto na čištění kvasnic .....	12
Obr. 5 Kvasničárna .....	13
Obr. 6 Schéma propagační stanice.....	14
Obr. 7 Propagační stanice PS 150.....	16
Obr. 8 Monžík.....	18
Obr. 9 Vertikální talířová odstředivka .....	20
Obr. 10 Horizontální bubnová odstředivka - dekantér.....	21
Obr. 11 Membránový filtr .....	22
Obr. 12 Schéma membránové filtrace.....	23
Obr. 13 Schéma válcové sušárny .....	26
Obr. 14 Schéma sprejové sušárny.....	26
Obr. 15 Schéma bubnové sušárny BS-6.....	35
Obr. 16 Horkovzdušná sušárna Memmert UFE 800.....	37
Obr. 17 Briketovací lis JGE 120 – 6100 - detail .....	38
Obr. 18 Briketovací lis JGE 120 – 6100 .....	39
Obr. 19 Schéma briketovacího lisu JGE 120-6110 pohled A .....	40
Obr. 20 Schéma briketovacího lisu JGE 120-6110 pohled B.....	41
Obr. 21 Pellet tester Holmen NHP 100.....	42

Obr. 22 Graf průběhu sušení vzorků.....	44
Obr. 23 Graf hmotností granulí a odrolu.....	45
Obr. 24 Mechanická odolnost (PDI) granulí .....	46
Obr. 25 Laboratorní váha typ KERN 572 .....	48
Obr. 26 Hmotnostní přírůstky.....	53
Obr. 27 Brojlerová kuřata v den porážky.....	54
Obr. 28 Graf jatečná výtěžnost.....	56
Obr. 29 Srovnání porážkové hmotnosti a JUT .....	56
Obr. 30 Konverze krmiva.....	57