



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH **ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Diplomová práce

Porovnání výrobní linky s jednošnekovým a dvoušnekovým
extrudérem

Autor práce: Bc. Vojtěch Brůžek

Vedoucí práce: Ing. Marie Šístková, CSc.

České Budějovice
2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Podpis

Abstrakt

Hlavním cílem diplomové práce je porovnání technologií jednošnekového a dvoušnekového extrudéru. Popis jednotlivých technologií a extruzních linek. Porovnání z hlediska zpracování surovin, opotřebení funkčních částí, výkonnosti a finančních nákladů. V neposlední řadě poslouží práce k prohloubení poznatků a novinek dané problematiky.

Klíčová slova: jednošnekový, dvoušnekový, extrudér, surovina

Abstract

The main goal of the thesis is to compare the technologies of the single-screw and twin-screw extruder. Description of individual technologies and extrusion lines. Comparison in terms of raw material processing, wear of functional parts, performance and financial expenses. Last but not least, the work will serve to deepen the knowledge and innovations of the issue.

Keywords: single-screw, twin-screw, extruder, raw material

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval paní Ing. Marii Šístkové CSc. za odborné vedení práce a za cenné rady pro její vypracování.

Dále bych chtěl poděkovat jednateři Extrudo Bečice s.r.o. panu Ing. Martinu Fuchsovi a jednateři společnosti Bonavita, spol. s r.o. panu Ing. Přemyslu Procházkovi za jejich čas při konzultacích a vstřícnému přístupu k ukázce a pochopení jejich výrobních zkušeností. V neposlední řadě patří velký dík společnostem za poskytnutí příležitosti se tomuto tématu věnovat.

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod..... | 7 |
| 1 Charakteristika extruze..... | 8 |
| 1.1 Historie výroby extrudovaných potravin..... | 9 |
| 1.2 Legislativa | 10 |
| 1.3 Historie výroby krmiv | 10 |
| 1.4 Výroba krmiv | 11 |
| 2 Extrudéry..... | 12 |
| 2.1 Proces vytlačování..... | 12 |
| 2.2 Faktory ovlivňující extruzní proces..... | 13 |
| 2.3 Jednošnekové extrudéry | 14 |
| 2.3.1 Jednošnekový extrudér pro mokrou extruzi..... | 15 |
| 2.3.2 Jednošnekový extrudér pro suchou extruzi | 18 |
| 2.3.3 Jednošnekový šaržový extrudér | 19 |
| 2.3.4 Dvoušnekový extrudér | 19 |
| 2.3.5 Výhody extruzního procesu vedeném na dvoušnekovém extrudéru.... | 20 |
| 2.4 Koncepce toku materiálu šnekem extrudéru | 21 |
| 3 Vlastnosti surovin | 23 |
| 3.1 Suroviny tvořící texturu..... | 23 |
| 3.1.1 Suroviny tvořící výplň | 24 |
| 3.1.2 Plastifikátory a mazadla | 25 |
| 3.2 Vstupní suroviny | 25 |
| 3.3 Obiloviny | 26 |
| 3.3.1 Pšenice..... | 26 |
| 3.3.2 Ječmen..... | 27 |
| 3.3.3 Žito | 27 |

| | | |
|-------|--------------------------------|----|
| 3.3.4 | Kukuřice..... | 28 |
| 3.3.5 | Oves | 29 |
| 3.3.6 | Rýže..... | 29 |
| 3.3.7 | Tritikale | 30 |
| 3.4 | Pseudocereálie | 30 |
| 3.4.1 | Pohanka..... | 30 |
| 3.4.2 | Quinoa..... | 30 |
| 3.4.3 | Amarant..... | 31 |
| 3.5 | Přidané látky..... | 31 |
| 3.5.1 | Sůl a cukr | 31 |
| 3.5.2 | Aromatické látky..... | 32 |
| 3.5.3 | Barviva | 32 |
| 4 | Metodika a cíl práce | 33 |
| 5 | Praktická část | 34 |
| 5.1 | Vybraná společnost I..... | 34 |
| 5.1.1 | Technologie..... | 35 |
| 5.1.2 | Extruzní linka..... | 35 |
| 5.2 | Extrudér 60-C-925-DC..... | 38 |
| 5.2.1 | Hlavní části..... | 38 |
| 5.3 | Vybraná společnost II..... | 43 |
| 6 | Diskuse..... | 44 |
| | Seznam použité literatury..... | 45 |
| | Seznam obrázků | 48 |
| | Seznam tabulek | 49 |

Úvod

Za posledních několik desítek let bylo dosaženo mnoho pokroků a inovací ve společnosti. Jinak tomu není ani u potravinářského průmyslu, ve kterém se využívá moderních technologií pro všechny typy zákazníků. Jelikož v dnešní době je moderní trend ve zdravém stravování, je kladen důraz na produkci kvalitních a zdravotně nezávadných výrobků. Základem je použití co nejkvalitnějších surovin s dlouhou trvanlivostí a nízkou nákupní cenou. Při velkoobjemové výrobě je možno tyto nároky splnit použitím moderních a šetrných technologií.

Extruzní technologie není žádnou novinkou, ale určitě je moderní a vyspělou výrobní technologií. Využívá se především v potravinářském průmyslu, při výrobě krmiv pro hospodářská a domácí zvířata, u výroby plastů nebo ve strojírenství. U extruze je velmi široká řada produktů, které lze vyrobit. Výrazným produktem extruzní technologie jsou cereální výrobky a müsli, pufovaných výrobků, ke zpracování chmele, v cukrovinkářském odvětví aj.

Sortiment se rozšiřuje díky zvyšující se poptávce po extrudovaných výrobcích. Každý druh extrudovaného výrobku má svojí recepturu, technologické postupy a rozdílné vlastnosti.

1 Charakteristika extruze

Extruze má podstatný význam v rozlehlém potravinářském průmyslu. V novodobém potravinářství představuje rozsáhlý vývoj extruzních technologií významný úspěch. Vývoj extruze byl spjat výzkumnou činností, při které bylo v tomto dění dosaženo mnoha progresů. Jednalo se zejména o poznatky chemického a fyzikálního procesu.

Pojem extruze (z latinského extrudere) znamená proces vytlačování. V oboru strojírenství je extruze přesně určená jako operace, při níž materiál prochází úzkou mezerou. Pravý význam slova extruze vyznačuje jenom vznik produktu o určitém tvaru nebo formě bez působení na vlastnosti materiálu. Například při výrobě těstovin se toho využívá. V minulém století v padesátých letech bylo objeveno i extruzní vaření, které můžeme pojmenovat jako termomechanický proces. Tento proces obsahuje přenos změny tlaku, přenos tepla a přenos hmoty. Sestava těchto faktorů se podílí na sterilizaci, sušení, tavení, hnětení, tvarování, pufování, aj (BERK, 2013).

V mnoha průmyslových oborech se využívá extruzní technologie od zpracování kovů, plastů, stavebních materiálů, v potravinářství až po farmacii. Původní myšlenka vyvinutí extruzní technologie pro dopravu a tvarování tekutých forem zpracovávaných surovin. Extruzní proces propojuje několik technologických operací. Při těchto operacích je materiál míchán, stlačován, hněten, vystaven střížným silám, zahříván, tvarován a formován. Zpracování obilovin a bílkovin v potravinářském a krmivářském sektoru je hlavní využití pro tyto operace. Jako další operace zahrnují dopravu, míchání, stříhání, dělení, ohřev, ochucování a sterilizaci. Při výrobě těstovin nebo nepřímo expandovaných výrobků mohou být použity poměrně nízké teploty. Další možností je při velmi vysokých teplotách využití varné extruze k přímo expandovaným snídaňovým obilnin a plátkových chlebů (MOSCICKI, 2011).

Rozdělení extrudérů podle (MOSCICKI, 2011):

1. Podle metody vytváření mechanické energie a její přeměny v teplo
 - autogenní – zdrojem tepla je tření částic způsobené rotací šneku ve vysokých otáčkách
 - izotermické – vytápěné nebo chlazené
 - polytropické – smíšené, kombinace předchozích způsobů
-

2. Podle množství vyprodukované energie

- nízkotlaké – produkují relativně malou smykovou rychlost
- vysokotlaké – produkují velké množství mechanické energie a vysokou smykovou rychlost

1.1 Historie výroby extrudovaných potravin

Denverský právník Henry D. Perky si nechal patentovat výrobu tzv. drcených sušenek již v roce 1895. Společnost National Biscuit Co z Anglie vyráběla tyto výrobky ve 20. století. Největší zásluhu na trhu s prvními extrudovanými výrobky byl díky propracovanému marketingu a reklamě. Speciálně školení obchodníci výrobních firem propagovali výrobky doručením až do domu. Velká výhoda oproti konkurenci byla barevná reklama produktů v časopisech. Na začátku 20. století byla zahájena výroba cornflakes, která byla jistým průlomem v zájmu spotřebitelů. Odtud získaly tyto výrobky označení snídaňové cereálie a staly se velmi oblíbenou snídaní. Pomocí přidaného ječného sladu a cukru se postupně zlepšovala chuť cereálních snídaní. Přibalení hračky zdarma do každého balení byl výborný marketingový tah zaměřený na děti. Do podvědomí zákazníků šířili výrobky i známé osobnosti v každodenních situacích. Během druhé světové války a také po ní výroba prudce vzrostla. V tuto dobu začaly výrobky obsahovat i vitamíny a jejich konzumace byla prevencí na nemoci způsobené nedostatečnými vitamíny. Ve 20. století 50. a 60. let nastala další vlna zlepšení snídaňových cereálií, neboť v té době se začala využívat extruzní technologie. Extruzní technologie měla výhodu ve výrobě kukuřičných produktů, které byly křupavé, měly různou chuť, vůni, barvu a tvar. Ve stejné době se velice zvýšila efektivita výroby pufovaných produktů, protože bylo dosaženo plné automatizace pufovacích děl. Velmi záhy se sladké snídaňové cereálie začali zaměřovat na děti od 5 do 12 let a na jejich výrobu. Na konci 70. let 20. století se začal trh domáhat snídaňových cereálií se zesílenou nutriční hodnotou. Význam snídaně začínal mít ve společnosti velkou váhu, a proto byl kladen důraz na výrobu cereálie obohacenou o bílkoviny. Stále se vyvíjel proces technologií textury, tvarování, zlepšení chuti a třeba i zpomalení rozpadávání výrobků v mléku. Do výrobků se začali přidávat obohacující doplňky jako třeba různé druhy ořechů, hrozinek, sušené ovoce atd. Po roce 1990 se zvýšil zájem o kvalitu výrobků a bezpečnost při výrobě, což vedlo k zavádění automatizace.

Uvedený vývoj procházel především v anglicky hovořících zemích. Expanze snídaňových cereálií do ostatních států se začala uskutečňovat až po roce 1990. V současnosti zajišťují průmyslovou výrobu extruzních výrobků pouze několik velkých výrobců (BUREŠOVÁ, 2013).

1.2 Legislativa

Ministerstvo zemědělství uvádí ve vyhlášce č. 333/1997 Sb. extrudovaným výrobkem je produkt vyprodukovaný z mlýnských obilných výrobků extruzní technologií účinkováním tlaku a teploty.

| | Vzhled a tvar | Kůrka a povrch | Střídka | Vůně a chuť |
|----------------------------|------------------------------|---|------------------|---|
| Extrudované výrobky | pravidelný dle použité normy | charakteristický, odpovídající použitým surovinám | křehká, pórovitá | pečivová, příjemná s příchutí přídavných složek bez cizích pachů a příchutí |

Tabulka 1: Tabulka 1: Požadavky na jakost extrudovaných výrobků podle vyhlášky č. 333/1997 Sb.

1.3 Historie výroby krmiv

Výroba extrudovaných krmiv začala až v 60. letech minulého století. V tomto období se začaly objevovat i první konstrukce extrudérů pro krmiva. Původně extrudéry využívaly suché teplo jako recyklaci zbytků pro krmivářství (jateční odpad, peří, atd.). Postupem času se přešlo i na technologii mokré extruze, kde se pracovalo s vyššími teplotami. Nejprve se vyvíjely extrudéry s jedním šnekem a později se začal objevovat i dvoušnekový extrudér, který poskytoval vyšší konvenční granuláty. Tato technologie se dvěma šneky se ujmula ve výrobě převážně krmiv pro kočky a psy. Postupem času se začalo vyrábět i krmivo pro dobytek, které má svoje výhody. Extruze se řadí do takzvané HTST (high temperature short time) (Taranushenko, 2010).

1.4 Výroba krmiv

Pro výrobu krmiv se využívají stejné technologie jako pro výrobu potravin. Suchá nebo mokrá extruze v jednošnekovém nebo dvoušnekovém extrudéru. Ve výrobě krmiv extruze zlepšuje vlastnosti krmiva díky mechanickému a tepelnému zpracování. Jiný účel využití extruze je tvarování krmiva protlačením přes matrici a tím vzniku granulí nebo pelet.

V průběhu procesu pozměňují strukturu složité molekuly, bílkoviny denaturují, škroby mazovají, zlepšuje se rozpustnost vláknitých látek a jiné další benefity. V porovnání s jinými úpravami surovin nezpůsobuje krátká vysoká teplota v extrudéru ztráty vitamínů materiálu. Avšak tepelná úprava je uspokojivá z pohledu odstranění výskytu nevíтанých mikroorganismů.

Benefity získané extruzí krmiva:

- Mechanické rozmělnění: nabývání velmi jemné struktury pro dobré trávení.
- Denaturace bílkovin: získání stravitelnějších bílkovin a zvýšení energetické hodnoty krmiva
- Sterilizace: teplota a tlak zničí veškeré bakterie, plísně a jiné nežádoucí organismy, prodlouží dobu skladovatelnosti
- Zmazování škrobů: složité škroby se rozkládají na jednoduché cukry a vedou k lepší stravitelnosti

Homogenizace a tvarování: důkladné promísení všech složek, tvarování do různých tvarů podle matrice, musí obsahovat dostatek pojivých látek, nejčastěji škrobu (Riaz et al., 2007)

2 Extrudéry

Celý proces extruze se odehrává ve speciálních sestavených zařízeních zvaných extrudéry. Tyto přístroje fungují kontinuálním způsobem, při kterém dosahujeme míchání, odplynění, homogenizaci těsta, mazovatění škrobu, denaturaci bílkovin, inaktivaci enzymů, tvorbě textur, obrušování částic, expanzi, tvarování, sterilaci či pasteraci a spoustu jiných dějů (RIAZ, 2000).

Samotné konstrukce extrudérů se od sebe odlišují v mnoha parametrech dle typu technologie výroby. Mezi hlavní parametry jednotlivých extrudérů, ve kterých se mohou lišit, jsou např. počtem a uspořádáním šneků a jejich otáčkami, dávkovacím zařízením, tvarem výstupní trysky a jinými parametry (ŠÁRKA, 2013).

2.1 Proces vytlačování

Pro lepší pochopení procesu vytlačování si nejdříve vysvětlíme samotný vytlačovací stroj. Na začátku extruzní linky je umístěna násypka pro vstup zpracovaného materiálu do stroje. Válcová dutina, ve které je umístěná hřídel se šroubovicí je hlavní část stroje. Rozteč a tvar šroubovice se liší podle zpracovávaného materiálu. Rozteč hřídele bývá po celé délce nekonstantní z důvodu co nejlepšího promíchání a nastavení. Podobně je na tom i průměr hřídele z důvodu získání potřebného tlaku v materiálu. Tato část stroje se nazývá šnek. Okolo těla stroje jsou elektrická topná tělesa, která mají za cíl natavit a udržet směs v tekutém stavu ve všech částech stroje. Ve stejné části stroje jsou také termočlánky, které provádí kontrolu teploty. Než surovina nabyde své konečné podoby, tak projde přes tzv. lamač. To je většinou děrovaný plech, jež drží síto pro zachytávání nečistot a surovinu alespoň více homogenizuje. Závěrečným prvkem samotného stroje pro vytlačování je vytlačovací hlava. Podle jejího nastavení dává materiálu výsledný tvar, kvůli svému průřezu. Za hlavou ještě pokračuje linka obvykle ochlazovací částí, případně pecí a řezáním (AUSPERGER, 2015).

Extrudér probíhají tyto operace:

- míchání
 - odplynění
 - homogenizace
 - mletí
-

-
- stříhání a smyk
 - mazovatění škrobu
 - denaturace bílkovin
 - tvorba textury
 - inaktivace enzymů
 - pasterační a sterilační efekt
 - vaření
 - tvarování výrobku
 - expanze, pufování
 - spojování složek surovin
 - dehydratace

Pracovní a základní jednotkou všech extrudérů je jeden nebo dva šneky. Šnek je tvořen hřídelí, která je drážkovaná nebo má průřez šestihranu a posouvá zpracované suroviny uvnitř těla extrudéru. Na hřídel je možné připojovat různá pracovní zařízení podle specifických výrobních požadavků.

2.2 Faktory ovlivňující extruzní proces

Extrudér je postaven ze šneku, který se otáčí v drážkovém tubusu ze slitin tvrdých kovů nebo z nerezové oceli odolné vůči opotřebením třením. Vztah délky šneku a jeho průměru je zpravidla 2 : 1 až 25 : 1. Hloubka závitů šneku, jeho stoupání, vůle a počet mezi šnekem a tubusem jsou kritéria, které ovlivňují profil procesů a jejich intenzitu v extrudéru podle technologických požadavků. Hlavním faktorem ovlivňujícím výkon extrudéru jsou otáčky šneku. Jejich důležitou podstatou je vliv na dobu průchodu materiálu extruderem, množství tepla vzniklého třením a rychlost jeho přenosu na surovinu. Nejčastější rozsah otáček se používá 150 až 600 ot·min⁻¹. Komprese je dosaženo hlavně zpětným tlakem vytvořeným matricí zvětšením průměru šnekové hřídele. Další možnost je pomocí zúžení tubusu spolu s konstantní případně zmenšenou hloubkou

závitu. Nejvíce efektivní prostředek u řízení extruzního procesu jednošnekového extrudéru je tedy usměrňování otáček šneku a množství dávkované vstupní suroviny (KULP, 2000).

Obrat v dávkování surovin při stejných otáčkách šneku, ale také změna otáček šneku extrudéru při konstantním dávkování vstupní suroviny upraví ve stroji podstatně dopravní podmínky. Při konstantních otáčkách stoupá dopravní účinnost vlivem vyššího plnění šneku extruderu a klesá množství specifické mechanické energie. Důsledkem těchto změn je nižší expanze extrudované hmoty a klesá i teplota zpracovávaného těsta. Naopak při zvýšení otáček šneku extruderu a při konstantním dávkování vstupních surovin bude reakce opačná. Zvyšuje se teplota těsta a množství specifické mechanické energie s důsledkem zvýšení expanze.

Reologické vlastnosti surovin, které mají charakteristické působení na texturu a barvu výrobku:

- druh vstupních surovin
- vlhkost vstupních surovin
- fyzikální stav vstupních surovin
- chemické složení vstupních surovin, především obsah škrobu, bílkovin, tuku a cukru
- pH navlhčených surovin

Extruzní proces ovlivňující i provozní parametry:

- teplota
- tlak
- průměr trysek v matici
- smyková rychlost (POEX, 2008)

2.3 Jednošnekové extrudéry

Jednošnekový extrudér tvoří několik částí. První základní část tvoří duté válcovité tělo, ve kterém se rotuje jedna šneková hřídel a hrne extrudovaný materiál směrem k matici. Matrice je na konci extrudéru, pod vysokým tlakem jí prochází těsto a nabývá

tak požadovaný tvar díky speciálním otvorům v matrici. Extrudovaný materiál uvnitř válce ohřívá nebo chladí vnější tepelný plášť, který se nachází na povrchu dutého válcovitého těla. Plášť se ještě zpravidla rozděluje na sekce podle výše teploty. Teplota se v plášti vytváří díky elektrickému odporu nebo elektrické indukci eventuálně protékající horkou vodou, která předává tepelnou energii plášti. Samospádová násypka se nachází na začátku extrudéru nebo u moderních extrudérů je to násypka s automatickým dávkováním směsi. Dále můžeme zahrnout zařízení např. ventily na regulaci tlaku uvnitř extrudéru, měřící zařízení, teplotní sensory, aj. Přídavné zařízení na krájení extrudátů na požadovanou délku často bývá také součástí zařízení. Tvoří ho rotující nože umístěny hned za matricí (BERK, 2013).

Dle operací je možné jednošnekový extrudér rozdělit na tři zóny, jež se v jednotlivých zónách uskutečňují. Surovinu z násypky do další sekce posouvá zásobovací zóna v první třetině extrudéru. Zajišťuje tak souvislý kontinuální proces. V této první sekci jsou působící tlak a teplota na nízké úrovni. Na zásobovací zónu navazuje hnětací zóna. Na extrudovaný materiál v této části působí tlak, teplota a třecí síla. Pomocí těchto fyzikálních faktorů mění sypký materiál svou konzistenci na těstovitou hmotu. Tato prostřední zóna může být opatřena tryskami pro přívod páry nebo vody do hmoty, jde o to, jestli se jedná o suchou nebo mokrou extruzi. Z prostřední hnětací zóny putuje hmota o teplotě přibližně 100 °C do další zóny extruzního vaření. V této části tlak i teplota dosahují nejvyšších hodnot a tím pádem extrudovaná hmota prochází maximálním zhutněním. Těmto extrémním hodnotám je hmota vystavena přibližně 5 sekund a poté vylézá přes matrici ven (GUY, 2001).

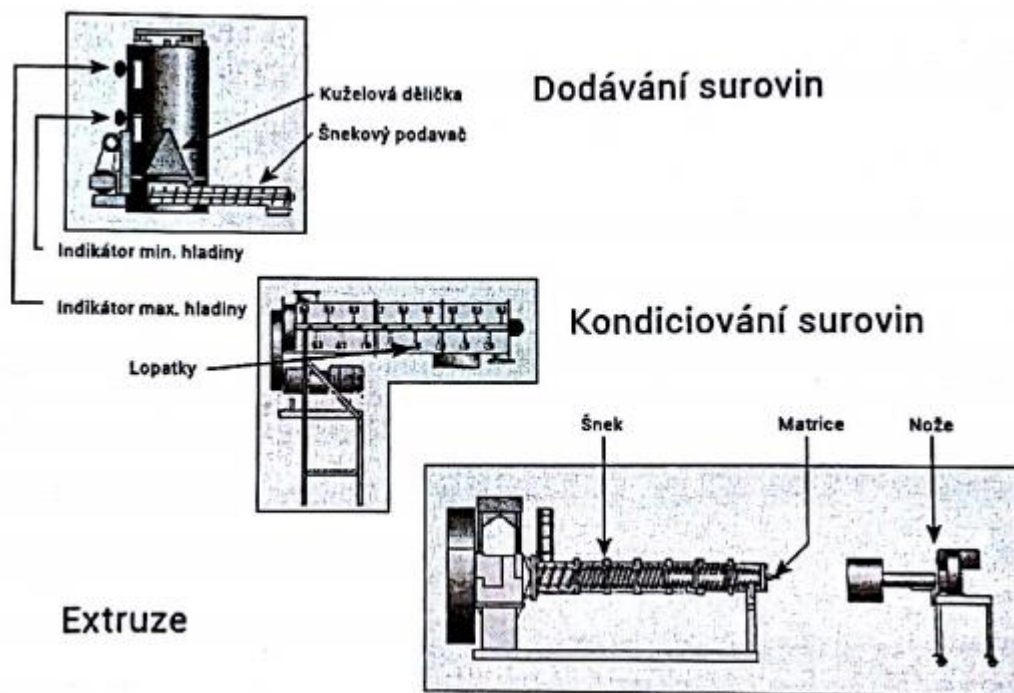
Nejčastější typy používaných jednošnekových extrudérů:

- jednošnekový extrudér pro mokrou extruzi
- jednošnekový extrudér pro suchou extruzi
- jednošnekový šaržový extrudér

2.3.1 Jednošnekový extrudér pro mokrou extruzi

V průběhu mokré extruze se do těla zařízení dodává pára nebo voda a extrudér je potřeba zahřívát. Zásobník dodávající suroviny, kondicionér, tělo extrudéru vybavené

matricí a nožem, ve kterém se uskutečňuje extruze. To jsou důležité komponenty, které tvoří extrudér pro mokrou extruzi (obr. 1).



Obrázek 1: Jednošnekový extrudér pro mokrou extruzi (Guy et al., 2001)

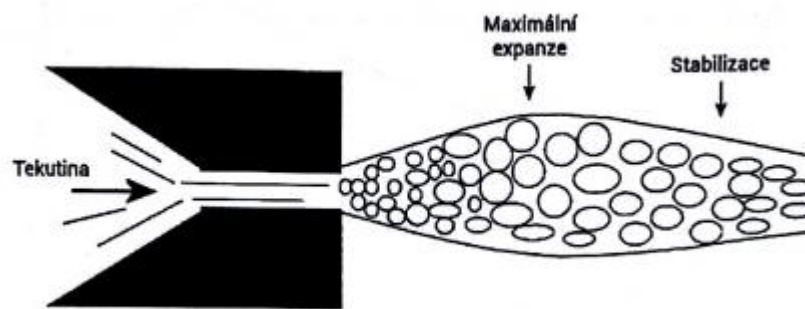
Zásobník plynule reguluje přísun surovin a extrudér proto může pracovat nepřetržitě. Důkladně promíchat jednotlivé suroviny není schopen jednošnekový extrudér, z toho důvodu se aplikují různorodé přídatné produkty (premixy), zajišťují zvlhčení vodou nebo párou před samotnou extruzí. Vytlačovací rotující hřídel s připojenými lopatkami je hlavní složkou těla jednošnekového extrudéru. Další hlavní jednotkou je matrice, přes kterou se hmota vytlačuje a nůž, který odřezává části výrobku. Hřídel včetně lopatek, může mít po celé své délce stejný průměr nebo může mít kuželovitý tvar a směrem k matrici se snižovat.

Jednošnekový extrudér můžeme rozdělit na tři pásma z technologického hlediska:

- Zásobovací pásmo
- Míchací pásmo
- Pásmo vaření

Zásobovací pásmo zabezpečuje souvislé dodávání surovin a je doplněno segmentem podporujícím kondicionování surovin. Za zásobovací zónou se nachází míchací pásmo, do kterého jde plynule materiál v podobě sypké hmoty. Také do míchací zóny

může být přidávána voda nebo pára. Zvlhčení zlepšuje tvorbu těsta a vedení tepla v těle extrudéru. V míchací zóně na materiál účinkuje mnoho fyzikálních sil. Tepelná energie, tlakové, stříhové a smykové síly postupně přeměňují hmotu na gumovitou formu, jenž je podobná horkému těstu. Z míchací zóny do pásma vaření přechází amorfni viskózní hmota o teplotě až 100 °C. Hlavní činností zóny vaření je stlačit materiál a transportovat plastickou formovatelnou hmotu do matrice. V této fázi procesu působí teplota a síly nejvíce na materiál. Přibližná doba, po kterou nabývá maximální hodnota teploty zpracovávaného materiálu je 5 sekund. V této zóně se mění přítomná voda na vodní páru v surovinách. Důvodem je, že po průchodu matricí v důsledku změny stavu prostředí s nižším tlakem a teplotou se náhle odpařuje z hmoty, ve kterém vyrábí póry. Jak hmota ztrácí vlhkost, tím se vytváří nakypřená textura hmoty (obr. 2), která se odřezává noži a je typická pro tyto výrobky.



Obrázek 2: Schéma expanze materiálu a stabilizace pěny (Guy et al., 2001)

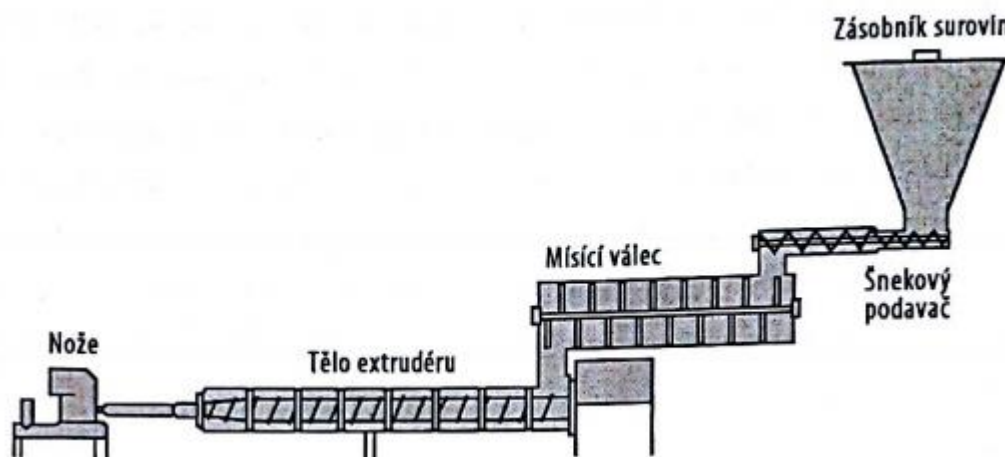
V současné době se jednošnekový extrudér hlavně používá na výrobu:

- Přímo expandované snacky
- Texturované rostlinné bílkoviny
- Snídaňové cereálie
- Předvařený nebo termálně modifikovaný škrob, mouka, zrno

Mezi výhody tohoto typu extrudéru patří nízké provozní náklady, snadná obsluha a nízké provozní náklady, jelikož cena je přibližně poloviční než dvoušnekového extrudéru. Naopak extrudér nemá možnost zpracovat suroviny, které jsou ve formě velmi hrubého prášku nebo obráceně velmi jemného prášku a je to považujeme za nevýhodu (Burešová, 2013).

2.3.2 Jednošnekový extrudér pro suchou extruzi

Suchá extruze je nepřetržitá procedura, jež nepotřebuje přísun vody nebo páry do extrudéru.



Obrázek 3: Jednošnekový extrudér pro suchou extruzi (Guy et al., 2001)

Princip procesu je totožný jako u extrudéru pro mokrou extruzi, jen s malým rozdílem. V těle extrudéru už se nepřidává další voda ani pára, avšak zařízení je určeno pro zpracování materiálu s vlhkostí 10 – 40 %. Při toku zpracovávaného materiálu tělem zařízení se stupňuje teplota a tlak materiálu a nabývá k jeho plastifikaci. V jednošnekovém extrudéru pro suchou extruzi lze docílit maximální teploty okolo 82 – 160 °C. Shrnutí principu pro suchou extruzi: materiál, na který působí tlak a teplota se po projetí maticí dostává do prostředí o normálním (nižším) tlaku a teploty, vodní pára se odpaří a výrobek projde expanzí.

Mezi základní využití pro tento typ extruzní technologie patří zpracování sójových bobů, příprava olejnin před lisováním oleje, výroba snacků, snídaňových cereálií, texturované rostlinné bílkoviny a inaktivace enzymů v rýžových otrubách.

Počáteční investice suchého extrudéru je poměrně levná a nemá neobvyklé požadavky na personál. Kromě samotné extruze tyto extrudéry jsou schopny dezintegrace (rozpad) surovin. Když porovnáme technologii s mokrou extruzí, tak se hůře ovládají podmínky v extruzi. Výsledný výrobek je choulostivější na výchozí vlhkost suroviny a upravování suroviny s vysokou viskozitou je obtížné.

2.3.3 Jednošnekový šaržový extrudér

Jednošnekový šaržový extrudér (expandér) začal vznikat na konci 50. let 20. století ve Spojených státech amerických na přípravu sójových bobů a bavlníkových semen před extrakcí. Expandéry nepracují nepřetržitě jako extrudéry a konstrukce vychází ze šnekových lisů.

Ve šnekovém lisu i expandéru dopravuje rotující se šnek obdělávaný materiál vně válcového těla expandéru/lisu a dírou na konci těla vypadává hmota do venkovního prostředí. Šnekový lis je opatřen segmentem na odvádění oleje, vytváří větší tlak a je masivnější a dražší zařízení. Naopak expandéry jsou opatřeny součástmi pro injektování páry, která slouží k zahřívání hmoty. Zahřívání hmoty se také provádí působením tlaku, smyku, stříhu a třením zpracovávaného materiálu. Za současného stupňování teploty se zvyšuje i tlak uvnitř těla expandéru. Zpracovaná hmota dosáhne na okraji těla expandéru maximální teploty až 120 – 150 °C. Při výstupu z extrudéru se vodní pára odpaří a výrobek expanduje.

Expandéry se používali na výrobu obilných výrobků před vývojem moderních jednošnekových extrudérů. Nyní se používají hlavně na přípravu olejnin před extrakcí oleje rozpouštědlem. Popřípadě mechanickým lisováním oleje. Výhodou je, že se jedná o poměrně levný stroj, který má jednoduchý mechanismus, snadno se udržuje a ovládá. Jenže ve srovnání s jednošnekovým a dvoušnekovým extrudérem jsou expandéry málo univerzální (BUREŠOVÁ, 2013).

2.3.4 Dvoušnekový extrudér

Konstrukce dvoušnekového extrudéru se velmi podobá jednošnekové stavbě jen s tím rozdílem, že má dvě šnekové hřídele oproti jedné. Proto je tomu uzpůsobeno i duté tělo, v kterém jsou uloženy obě rovnoběžné hřídele. Šnekové hřídele lze rozdělit podle směru otáčení na stejnosměrné a protisměrné. Doprava materiálu je méně závislá na třecích vlastnostech suroviny v důsledku otáčení druhého šneku (MASKAN, 2012).

U protisměrných šnekových hřídelí se tvoří extrémně velký tlak na matici. Extrudovaná hmota to způsobuje svým tvarem. Pohybuje se vpřed a při tom opisuje podobu písmene „C“. Mezi nevýhody této protisměrné rotace hřídelí zůstává horší mísitelnost hmoty. Na rozdíl od této technologie je extrudovaná hmota stejnosměrných hřídelí tlačena jejími závitů ve tvaru číslice „8“. Lze užít vyšší rychlosti otáčení díky

lepšímu rozložení působících sil mezi závity hřídelí. Mísení surovin zde probíhá lépe než u protisměrně se otáčejících šneků. Extrudér tohoto typu je jednodušší na údržbu, protože závity šneků se navzájem stírají a obsah extrudéru se tak lépe vyprázdňuje (FRAME, 1994).

Dvoušnekový extrudér má oproti jednošnekovému hlavní výhodu ve zpracování surovin s vyšší vlhkostí nebo lepkavou konzistencí. Další výhodou je lepší zpracování jemně vymleté suroviny. Pro výrobu širokého sortimentu extrudátů se spíše hodí tyto univerzálnější extrudéry. Další velkou výhodou je také rovnoměrné působení teploty na extrudovaný materiál. Teplota je předávána stěnou pláště a už nevzniká tolik při tření v určitých úsecích. Velkou nevýhodou stále zůstává vysoká pořizovací cena a vyšší náchylnost na mechanické poškození (BERK, 2013).

2.3.5 Výhody extruzního procesu vedeném na dvoušnekovém extrudéru

Velká variabilita výrobních procesů je jednou z hlavních výhod dvoušnekového extrudéru. Rozlehlá škála potravinářských procesů je dána schopností zpracovávat ve dvoušnekovém extrudéru velmi lepkavé, vlhké a mastné materiály, které jednošnekový extrudér není schopen zpracovat.

- výkon je nezávislý na dávkování vstupních surovin
- nerovnoměrnost v přísunu materiálu je vyrovnávána z objemu jednoho ze dvou otáčejících šneků
- spolurotace podporuje lepší prostup tepla a umožňuje jeho lepší regulaci
- část pracující s vysokým tlakem před extruzí je kratší a vymezuje tak opotřebení extrudéru
- není omezen granulací, nevadí větší granulační rozdíly surovin. Může zpracovávat mouky ve směsích. Za to jednošnekový extrudér je ohraničen eventuelitou zpracovávat pouze určité granulační škály vstupních surovin.

Velká výrobní výhoda je poskytnuta také možností sestavit segmenty šneku extrudéru. Na drážkové hřídeli je možné kombinovat konstrukčně specifické segmenty šneku a účinně tak řídit procesy působící na vstupní suroviny (DJURIC, 2008).

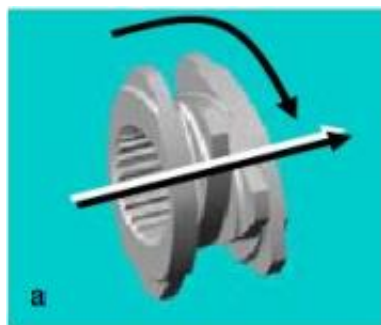
Tabulka 2: Srovnání parametrů různých extruzních technologií (Guy et al., 2001)

| Technologie | Teplota [°C] | Tlak max [MPa] | Vlhkost [%] | Obsah tuku max. [%] | Zmazovatěný škrob [%] |
|-------------------------|-----------------|-------------------|----------------|------------------------|--------------------------|
| Expandér | 90 – 130 | 3,5 – 4 | 12 - 18 | 12 | 20 - 55 |
| Suchá extruze | 110 - 140 | 4 – 6,5 | 12 - 18 | 12 | 60 - 90 |
| Mokrý extruze | 80 - 140 | 1,5 - 3 | 15 - 35 | 22 | 80 - 100 |
| Dvoušnekový extrudér | 60 - 160 | 1,5 - 4 | 10 - 45 | 27 | 80 - 100 |

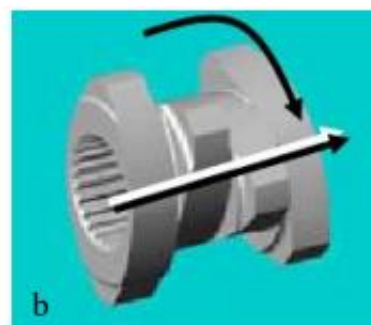
2.4 Koncepce toku materiálu šnekem extrudéru

Míchací šnekové elementy

Variabilitu extruzního procesu ovlivňuje poměr délky a průměru šneku L/D. Písmeno L značí celkovou délku extruzního šneku a písmeno D je průměr extruzního šneku. Hodnota L/D ovlivňuje zádrž materiálu v extrudéru. Vyšší hodnota L/D umožňuje vyšší výkon při stejné době zádrže materiálu nebo delší dobu zádrže materiálu v extrudéru. Vyšší poměry L/D se používají převážně při výrobě nepřímo expandovaných produktů. Tam je nutné těsto před expanzí chladit a to vyžaduje delší dobu zádrže těsta v extrudéru. Vstupní surovina je v průběhu extruzního procesu zpracována několika různými způsoby. Ty jsou ovlivněny především tvarem jednotlivých šnekových elementů extruzního šneku a jejich vzájemnou konfigurací. Zejména to jsou: distribuční míchání, pomocí něj se dobře šíří částice materiálu v celém objemu válce extrudéru (obr. 2a) a disperzní míchání při kterém je snižovaná velikost soudržných částic jako struktury kapénky tekutých látek nebo pevných materiálů (obr. 2b). Vysoké stoupání závitu s menším průměrem šnekové hřídele se používá pro dopravu materiálu (obr. 2c). Menším stoupáním závitu a větším průměrem šnekové hřídele lze dosáhnout zvýšením tlaku (obr. 2d) (MASKAN, 2012).



Distribuční element



Disperzní element



Dopravní element



Tlakový element

Obrázek 4: Míchací šnekové elementy (UZWIL, 2011)

3 Vlastnosti surovin

Nejčastěji používanými surovinami na výrobu extrudovaných potravin jsou kukuřičná a pšeničná mouka. Dále se využívají mouky vymleté z jiných surovin např. rýžová mouka, bramborová, žitná, ječná, ovesná, pohanková a mnoho dalších. Speciální produkty jsou texturované rostlinné bílkoviny (TVP), které se vyrábí ze sóje popřípadě z pšeničného lepku.

V základu je extrudovaný výrobek tuhá pěna. Spojité disperzní prostředí pěny je formováno sítí biopolymerů přítomných v použitých surovinách (škrob, bílkoviny). Póry tvoří viditelnou disperzní část podílu. V disperzním prostředí se objevují částice vlákniny, bílkovin, tuku a dalších složek výrobních receptur. Suroviny se od roku 1994 klasifikují podle tzv. Guy Classification Systém. Na začátku se recepturní složky třídily podle funkce při extruzi do šesti skupin (suroviny tvořící texturu, plnivo, plastifikátory/mazadla, rozpustná sušina, nukleační látky, barviva), jenže šest skupin nestačilo. Ukázalo se jako nezbytné přidat ještě sedmou skupinu (ochucovadla).

3.1 Suroviny tvořící texturu

Biopolymery přítomné v použitých surovinách (škrob a bílkoviny) tvoří texturu extrudovaného výrobku. Textura převážné většiny produktů umístěných mezi snídaňové cereálie je tvořena škrobem. Bílkoviny jsou základem pouze v texturovaných rostlinných bílkovinách (TVP).

Ve své nativní formě mají škrobové polymery daleko větší molekulovou hmotnost, než je vhodná pro optimální expanzi. Během extruzního vaření však dochází k mechanickému narušení škrobu. A také snížení průměrné molekulové hmotnosti amylopektinu na 10^6 Da. Tyto menší molekuly mnohem lépe obtékají kolem pórů vytvořených v hmotě. Zvyšují tak expanzi z 1-2 ml·g⁻¹ až na 25 ml·g⁻¹. Škrobové polymery mají svojí minimální hranici, které může molekulová hmotnost dosáhnout a odpovídá dextrózovému ekvivalentu 10 -20. Pokud by expandoval materiál s hodnotou nižší molekulové hmotnosti, po dosažení maximální expanze by se objem materiálu vystupujícího z extrudéru (extrudát) prudce snížil. To znamená, že stěny pórů popraskají nebo naopak ztuhnou dříve, než dojde k maximální expanzi, protože viskozita škrobu je v tomto případě velmi nízká.

Obvykle znamená, že pro výrobu extrudovaných produktů příhodnější používat mouku než rýží škrob. Mouka vedle škrobu přirozeně obsahuje i jiné složky, které

řadíme do ostatních podskupin surovin, neboť pro správný proces extruze je potřebná jejich existence. Třeba funkci plniva obstarávají bílkoviny a vláknina, jako mazadlo fungují zase lipidy a tak dále. Nejčastěji se používá mouka vymletá z pšenice, kukuřice, rýže, ovsu a brambor. Nepřerušované disperzní okolí tuhé pěny mohou v průběhu extruzního procesu produkovat vedle škrobu i bílkoviny. Mechanismus produkce struktury je příbuzný jako u škrobových polymerů. Z nativní formy na tekutinu se musí změnit také bílkoviny, k tomuto nastává za speciálních podmínek:

- vlhkost 35 – 40 %
- koncentrace bílkovin > 40 %
- teplota maximálně 150 °C
- působení mechanických, třecích, tlakových, smykových a stříhových sil

Za těchto specifických podmínek bílkoviny denaturují a mění se do amorfní struktury. Voda, jenž se nachází v surovinách, se ze zpracované hmoty vypaří. Tím se vytvoří póry, které jsou základem požadované nakypřené struktury.

Bílkoviny se účastní na tvorbě textury jen za předpokladu dostačující vysoké koncentrace v surovině. Molekulová hmotnost převážné části rostlinných proteinů je mnohonásobně nižší než molekulová hmotnost škrobu. Jednotlivé molekuly bílkovin se mohou však po ztekutění spojovat a vytvářet větší komplexy. Vytvořené agregáty mají vyšší viskozitu než původní bílkoviny a mohou tvořit hmotu, která je základním kamenem pro nakypření textury (BUREŠOVÁ, 2013).

3.1.1 Suroviny tvořící výplň

Materiál, jenž formuje výplň pěny je v systému (pěně) obsažen ve formě částic. Částice jsou rozptýlené vně spojitého disperzního prostředí škrobu, resp. jiných bílkovin. Disperzní podíl tedy v pěně tvoří výplň. Některé bílkoviny tvoří disperzní podíl nebo neporušené škrobové granule, vláknina případně minerální látky. Tvar a velikost částic disperzního podílu závisí na prvotní velikosti materiálu tvořícího výplň. A také na jeho odolnosti vůči namáhání při extruzním procesu. Proteiny rozpustné ve vodě, respektive syrovátky, teplem denaturují a koagulují na jemnou hmotu o velikosti 1-20 μm . Obilné bílkoviny vytváří při procesu extruze malé trošky hmoty menší než 20 μm .

3.1.2 Plastifikátory a mazadla

Plastifikátory mění pevné a suché suroviny (bílkoviny, škrob) hydratací na plastickou a lépe zpracovatelnou hmotu, například voda je plastifikátor.

Hlavní funkcí mazadel je snižování tření mezi jednotlivými kousky surovin. A také tření o kovový povrch šneku extrudéru a jeho vnitřních částí. Příkladem pro aplikování mazadel je rostlinný tuk a olej v četnosti 1-2 %. Při přidání většího množství mazadla může nastat degradace škrobových polymerů, které následně mohou způsobit až zamezení expanze výrobku. Převážně používané suroviny zahrnují nějaké procenta lipidů přirozeně, ale jsou i suroviny (brambory, hrách), které potřebují přídavek oleje nebo tuku. Když hrách nebo brambory mají při extruzi menší obsah vody než je 16 %, stává se hmota nahnědlou, lepivou a gumovitou. Díky tření dochází k degradaci polymerů. Degradaci zabrání už přídavek 0,5 % tuku, ať už řepkového, palmového nebo kukuřičného. Škrob následně může extrudovat jako pšeničný nebo kukuřičný. Naopak expanzi zcela potlačí přídavek větší než 2 % oleje nebo tuku. Snižuje tření uvnitř zpracované hmoty na úroveň, kdy není možné expanzi provést (GUY, 2001).

3.2 Vstupní suroviny

Pro extruzní technologii v potravinářství se využívá velmi mnoho surovin a jejich kombinace. Kombinací níže uvedených surovin vzniká početný výběr extrudovaných výrobků.

Vhodné rozřídění vstupních surovin pro extruzní technologii:

- rostlinné zdroje: obiloviny, luštěniny, olejnatá semena, hlízy, okopaniny
- živočišné zdroje: maso, ryby, mléčné produkty, vaječné produkty
- pomocné látky: maziva, změkčovadla, emulgátory, nukleační činidla
- přidané látky: sůl, cukr, barviva, ochucovadla
- voda

(MASKAN, 2012)

3.3 Obiloviny

Obiloviny představují hlavní surovinu pro cereální výrobu pro extruzi. Podle botanických skupin řadíme obiloviny mezi traviny (latinsky Gramineae). Lidstvo pro svou výživu využívá jen zrna z celé obiloviny. Značný díl obilovin řadíme do čeledi lipnicovité, jenž má obdobnou strukturu i chemické složení zásluhou svého botanického původu. Využívají se i plodiny z čeledi rdesnovité, kde nejvýznamnějším zástupcem je pohanka. V posledních letech spatřujeme zájem i o exotičtějších obilovinách, především o mexickou quinou a amarant z čeledi amarantovité.

Pro extruzní použití je nutná úprava zrn obilovin. Zrna je nezbytné namlít na mouku, která se dále může zpracovávat. Nejčastěji používanou základní moukou je pšeničná, kukuřičná, ječná, žitná, rýžová, ovesná, pohanková a další (BUREŠOVÁ, 2013).

3.3.1 Pšenice

Nejrozšířenější plodinou na našem území je pšenice. Má široké spektrum využití při výrobě mouky, vloček, pšeničného škrobu, extrudovaných výrobků, aj. Dnes je vyšlechtěno mnoho odrůd druhu pšenice seté (*Triticum aestivum*) či pšenice tvrdé (*Triticum durum*). Hodnotné úrody pšenice jsou s vyšším obsahem dusíkatých látek a lepku. Výrobky z těchto odrůd mají lepší pevnost a soudržnost a při extruzi mají vyšší míru expanze (KRAJČOVÁ, 2007).

Pšenice setá se rozděluje na jarní a ozimou podle doby sklizně. Ozimá pšenice disponuje delší vegetační dobou a v našich podmínkách umožňuje větší výnos a kvalitnější podmínky pro výrobu pečiva nežli jarní. Výsledky kvality sklizně pšenice z posledních let v České republice představuje vyšší objemovou hmotnost zrn, vyšší obsah lepku a vyšší obsah dusíkatých látek než v předchozích sezónách. Aby mouka splňovala kritéria na průmyslové zpracování v pekárnách, tak je zapotřebí provádět speciální úpravy a to kvůli nízké energetické hodnotě a tažnosti lepku v pšenici. Úpravy si také opatří ukazatel čísla poklesu, který často převyšuje hodnoty 400 s. Vlhkost zrn při sklizni je nízká. Z aspektu skladování je to pozitivní zpráva, jenže pro mlýnské zpracování pšenice na kvalitní mouku a krupice je důležité vlhkost zrn regulovat na požadovanou hodnotu (FILIP, 2015).

Průměrné hodnoty hodnocení kvality české pekárenské pšenice:

- objemová hmotnost – 82,2 kg / hl
-

-
- N – látky v sušině – 12,5 %
 - Zeleného sedimentační index – 40 ml
 - Číslo poklesu – 351 s

(JIRSA, 2015)

3.3.2 Ječmen

Ječmen je jednou z nejstarších plodin pěstovaných na zemi. V minulých letech převažovalo pěstování ječmene i pěstování pšenice. Podával se i jako příloha k jídlu.

Tvrdá plucha z celulózy chrání zrna ječmene u většiny odrůd. Ječmen nahý je vyšlechtěná odrůda, která stejně jako pšenice nemá pluchy. V našem klimatickém podnebí máme odrůdu dvouřadého ječmene jarního, který se převážně používá na výrobu sladu. Druhou odrůdou je víceřadý ječmen ozimý zpracovávaný hlavně na výrobu krmiv. Na výrobu ječných krup a ječné mouky a jiných potravinářských produktů se pěstuje dvouřadá odrůda ječmene jarního.

Průměrné hodnoty hodnocení kvality sladovnického ječmene:

- Vlhkost – 11,8 %
- Přepad – 93,1 %
- Zrnové příměsy sladařsky nevyužitelné – 1,8 %
- Zrnové příměsy sladařsky částečně využitelné – 5,4 %
- N – látky – 11,8 %
- Klíčivost – 98,8 %

(JIRSA, 2015)

3.3.3 Žito

Pro své rozsáhlé použití a díky nenáročnému pěstování v našem klimatu je žito druhou nejpěstovanější obilovinou u nás. Žito (*Secale cereale* L.) má podlouhlá a bezpluchá zrna. Obalové vrstvy žitného zrna obsahují arabinoxylany, celulózu a lignin,

což jsou složky tvořící vlákninu. Zpracovává se na výrobu mouky a na výrobu kávovin a destilátů. Od ostatních obilovin se žitné proteiny odlišují, protože tvoří takzvaný trhavý lepek. Při vytvoření těsta, tedy smíchání mouky s vodou vznikne gel, který se až pečením promění v požadovaný tvar.

Rozdíl oproti proteinu pšenice je v obsahu esenciálních aminokyselin, kde proteiny žita obsahují větší množství. Přítomnost antinutričních látek snižuje výživové hodnoty žita. Radíme mezi ně alkylnesorcinoly, kyselinu fytovou a kyselinu ferulovou.

Průměrné hodnoty žita:

- Objemová hmotnost – 76,9 kg / hl
- Číslo poklesu – 255 s.

(JIRSA, 2015)

3.3.4 Kukuřice

Produkce kukuřice má bohatou historii po celém světě. Rozdíly v pěstování se různí podle odrůdy kukuřice po celém světě. Znatelné jsou převážně v obsahu škrobu, proteinů, poměrem amylozy a amylopektinu a jiných látek. Na rozdíl od ostatních obilovin má kukuřice značnější obsah lipidů obsažených v klíčkách. To je nežádoucí pro skladování a následné zpracování. Z tohoto důvodu se kukuřice odkličuje před mletím na krupici. Díky nízkému obsahu lepku se kukuřice využívá pro lidi mající celiakii (KRAJČOVÁ, 2007).

Kukuřice se využívá většinou na krupici, méně se potom zpracovává na mouku. Dále je zpracovávána na kukuřičný škrob, klíčkový olej a především k produkci pufovaných a extrudovaných produktů. Z kukuřičné krupice se extrudované produkty charakterizují velkými objemy, protože mají kvalitní strukturu a vysoký stupeň expanze. Je to důvod, proč je často hlavní složkou výroby. Často se používá i v kombinaci s jinými obilovinami, luštěninami a dalšími plodinami. Nepsané pravidlo tvrdí, že jednošnekové extrudéry zpracovávají kukuřičnou krupici a dvoušnekové extrudéry mohou vyrábět i z jemnější krupice a mouky. Kukuřičná krupice a mouka mají totiž rozdílné vlastnosti pro extrudovanou výrobu a odlišují se podle typu extrudéry a podle druhu finálního výrobku (MASKAN, 2012).

Největší zástupci pěstování je kukuřice setá tvrdozrná (*Zea Mays covar, indurata maize*) a kukuřice setá koňský zub (*Zea Mays covar. dentiformis – maize*).

Podle obsahu amyulózy a amylopektinu se různé tvary škrobových zrn. Dílčí odrůdy kukuřice se od sebe odlišují obsahem amyulózy. Škrobová zrna kukuřičné krupice nebo mouky mají velikost 5 – 20 μm (MOSCICKI, 2011).

3.3.5 Oves

Oves (*Avena sativa L.*) je plodina bez náročných podmínek na pěstování. Zrna jsou pluchatá, podlouhlá a tenká, ale byly vyšlechtěny i bezpluché odrůdy. Tyto vyšlechtěné odrůdy však mají větší sklon k mechanickému poškození. Biologickou hodnotu a velmi kvalitní stravitelnost mají ovesné bílkoviny shodnou s luštěninovými bílkoviny. Zrna obsahují více látek lecitinu, tiaminu, vitamínu E, minerálií, riboflavinu a lipidů. Lipidy jsou ke všemu ještě hojné kyseliny linolové. V populaci jsou nejvýraznějším produktem snídaňové cereálie, protože ovesné vločky mají vysokou výživovou hodnotu. V potravinářství se dále zpracovává na müsli, ovesné krupice, expandované produkty a extrudované výrobky (KRAJČOVÁ, 2007).

3.3.6 Rýže

Jedna z nejvíce hodnotných potravin vůbec, neboť komplexní cukry tvoří přes 85 % energie. Stravitelnost rýže je pro lidský organismus velmi dobrá a proto se hodí do různých druhů diet a boje s nemocí. Obsahuje velmi malé množství lipidů a neobsahuje žádný lepek ani sodík. V rýži neshledáme ani cholesterol.

Máme tři základní druhy rýže (*Oryza sativa L.*) podle velikosti a tvaru zrn. Rozdělujeme na dlouhozrnnou, krátkozrnnou a kulatozrnnou. Nelze vzájemně míchat tyto tři druhy. Ale obsah jednoho druhu rýže je přípustný maximálně do 10 % z jiného druhu rýže. Základním použitím pro rýži je příloha k jídlu, dále pak extrudované a pufované produkty a na přípravu rýžových kaší (TAUFEROVÁ, 2014).

Do rýžové mouky je potřeba přidávat vodu nebo páru při extruzi. V extrudéru se pohybuje teplota okolo 150 – 175 °C a na matici je dosahováno tlaku 5 – 10 MPa. Vzniklá hmota v extrudéru je značně formovatelná. Následná expanze přes matici trvá jen několik málo sekund, než hmota neklesne pod bod varu vody tedy 100 °C. Extrudáty, které vyjdou z extrudéru, mají vysokou vlhkost (10 – 15 %) a proto se musí vlhkost snižovat sušením pro vyžadovanou křupavost (LUH, 2001).

3.3.7 Tritikale

Tritikale (*Triticosecale Wittmack*) je hybridní obilovina vytvořená člověkem. Vzniklo umělým křížením pšenice a žita. V roce 1875 chtěl skotský botanik zkombinovat vysoké výnosy pšenice a zimuvzdornost žita. Obilka triticales je bezpluchá a její zpracování je spíš pro krmné účely. Vhodné použití je i pro výrobu lihu.

Z hlediska zpracování mají produkty z triticales větší vláčnost. Nutričně je triticales bohaté na aminokyselinu lysin. I ostatní aminokyseliny jsou v dobrém poměru a shodují se s aminokyselinami žita (PŘÍHODA, 2003).

3.4 Pseudocereálie

Pseudocereálie jsou více nutričně hodnotné než obiloviny a proto se používají v extruzní a expandované výrobě. Obsahují větší množství vlákniny, železa a neobsahují žádné lepkové bílkoviny. Na rozdíl od obilovin patří do dvouděložných rostlin a řadíme mezi ně pohanku, quinou a amarant.

3.4.1 Pohanka

Z výživového aspektu je pohanka setá (*Fagopyrum esculentum Moench.*) důležitá především pro její obsah minerálních látek, vitamínů a glykosid rutinu. Je vhodná pro bezlepkovou dietu, protože neobsahuje žádný lepek. Při pravidelném zařazení do jídelníčku může prospívat trávicí a krevní soustavě lidského těla.

Nažky pohanky mají tvar čtyřstěnu s pevnou pluchou na povrchu. Obsah bílkovin se pohybuje okolo 10 – 12 % se zastoupením esenciální aminokyseliny lysin. Před dalším zpracováním se mohou nažky vyloupat a obrousit nebo se zpracovávají celé (TAUFEROVÁ, 2014).

3.4.2 Quinoa

Quinoa neboli merlík chilský (*Chenopodium quinoa Willd.*) má vysokou nutriční hodnotu a u nás se začal používat na výrobu ve 20. století v 90. letech. Semena obsahují nejvíce škrobu, potom následují bílkoviny, tuk, vláknina, minerální látky a další látky. Neobsahuje lepkové bílkoviny. Bílkoviny zahrnují poměrně velkou část esenciálních aminokyselin, převážně lysinu a metioninu. Obsah tuku quionoi je značný s pozitivní skladbou mastných kyselin. Výživové hodnoty jsou významné i z hlediska vlákniny

a minerálních látek, kterých obsahuje mnoho. Například fosfor, draslík, vápník, hořčík, síru, sodíku, mangan, zinek a železo. Zpracovává se na mouku, na vaření kaší k výrobě cereálií a přípravě alkoholu (BUREŠOVÁ, 2013).

3.4.3 Amaranť

V porovnání s ostatními obilovinami má amarant (*Amaranthus*) vyšší nutriční hodnotu, protože má skoro dvojnásobnou hodnotu bílkovin. Vyšší hodnoty vykazuje i u vitamínů B2, E a minerálních látek. Stejně jako pohanka a quinoa ani amarant neobsahuje žádný lepek. Rozdíl oproti pohance je, že velice malá zrnka se neloupou, nýbrž se celá melou na mouku. Samotná amarantová mouka nebo její doplněk v receptu nad 15 % má nepříznivý vliv na tvar a strukturu konečného výrobku. Proto se amarantová mouka k pekařskému zpracování přidává jako doplňující v množství 5 – 15 %. Převážná výroba se týká sušenek, pečiva nebo těstovin (PŘÍHODA, 2003).

3.5 Přidané látky

Během technologický postupů výroby se do výrobků přidávají látky neboli aditiva, která mají posloužit ke stabilizaci hmoty nebo k vylepšení vlastností finálního výrobku. Za tato vylepšení považujeme: vzhled, texturu, strukturu, údržnost, chuť a další. Jiný důvod přidávání látek je zvednutí nutričních hodnot výrobku. Ale používání aditiv má své zásady, které výrobci stanovuje nařízení 1333/2008/ES.

Aditiv se přidává velmi malé množství v poměru s celkovou recepturou. Ale jejich vliv na celkovou jakost a charakteristiku výrobku je obrovský. K těmto látkám řadíme solící a sladící směsi, různá slaná i sladká koření, změkčovadla, zvlhčovadla, pojiva, expanzní činidla, barviva a aromatizační látky (DOSTÁLOVÁ, 2014).

3.5.1 Sůl a cukr

Sůl a cukr jsou nízkomolekulární látky, které při extruzi mohou být do receptur přidávány jako stabilizátory vlhkosti nebo pro ochucení. Přidávají se v prvotní části procesu při míchání materiálu, neboť se jedná o rozpustnou látku. Účinek soli a cukru na extruzním procesu závisí na dodaném množství a na vzájemné reakci s bílkoviny, škrobem a polymery (GUY, 2001).

Sůl se nejčastěji přidává v množství 1 – 1,5 % a je kvalitně rozpustná v extrudovaném materiálu. Sůl usměrňuje především dochucení samotného výrobku a také

ovlivňuje pH extrudovaného materiálu.

Cukr ve formě krystalu, moučky nebo sirupu je možné dávkovat do směsi. Ve zpracovávané směsi se působením cukru redukuje rozptýlení škrobu a dochází k ne-soudržnosti těsta. Příznivým snížením obsahu vody v receptuře, můžeme dosáhnout ke stoupaní koncentrace škrobu. Cukr má moc i z pohledu senzorické jakosti. Výrobky s větším množstvím cukru mají větší křupavost a méně pórovitou strukturu (MOSCICKI, 2011).

3.5.2 Aromatické látky

Aromatické látky jsou do potravin přidávány kvůli změně vůně nebo jako zvýraznění chuti a vůně. Základní rozdělení těchto látek je podle vzniku na přírodní, rostlinný nebo živočišný původ. Další typ látky vzniká chemickou cestou tudíž umělou cestou. Tyto látky musí být toxicky nezávadné, ačkoliv nejsou určeny ke konzumaci (DO-STÁLOVÁ, 2014).

Látky povzbuzující chuť a vůni se dodávají v průběhu procesu výroby, anebo až přímo na finální výrobek. Aromatické látky musí být termostabilní, aby nedocházelo k nepříznivým změnám vlastností při zvýšeném tlaku a teplotě. Vůně se může tvořit i ze samotných surovin v receptuře bez přidání aromatických látek (GUY, 2001).

3.5.3 Barviva

Barviva lze získat pomocí přírodních surovin a to například z kukuřice, nebo se připravují umělá barviva chemicky (GUY, 2001).

Aby výrobek měl požadované zbarvení, mohou se při výrobě aplikovat barviva. Podstatná je trvalost barviva i při vyšších stupních Celsia a to i nad teplotu 160 °C. Využívají se i prekurzory vzniku barvy, které začnou působit při dané teplotě. Také karamelizace je reakce, při níž dochází u extrudovaných výrobků ke změně barvy (BUREŠOVÁ, 2013).

4 Metodika a cíl práce

Tato diplomová práce se bude zabývat porovnáním dvou odlišných technologií v potravinářském průmyslu. Nejprve popíšu společnost Extrudo Bečice s.r.o. a její jednošnekový extrudér a extruzní linku v provozu. Dále představím i společnost Bonavita, spol. s r.o. a její dvoušnekový extrudér s celou extruzní linkou. Poté porovnáám oba extrudéry z hlediska zpracovávané suroviny, opotřebení funkčních částí, výkonnosti a finančních nákladů. Na závěr provedu celkové vyhodnocení daných porovnání. Jednošnekový extrudér je od firmy Schaaf z provozu v Týně nad Vltavou. Dvoušnekový extrudér se nachází ve výrobním závodu Kunice – Vidovice a výrobce je francouzská firma Clextral.

S oběma provozy se detailně seznámím přímo při výrobě. Poznám zásady výroby, jejich přípravu a budu asistovat při údržbě a měření dílů. Současně bude probíhat konzultace s jednatelem obou provozů. O datech strojů a výroby a popisu provozů. Nakonec vypočítám finanční náklady z uvedených dat.

5 Praktická část

5.1 Vybraná společnost I

Extrudo Bečice s.r.o. je český výrobce z Bečic. Bečice leží v Jihočeském kraji necelých 6 kilometrů od Týna nad Vltavou v okrese České Budějovice. Obec má k minulému roku 106 obyvatel.

Extrudo Bečice s.r.o. je obchodní společnost s ručeným omezením, která se specializuje na výrobu extrudovaných potravin. Jedná se hlavně o zdravou a racionální stravu, bezlepkové produkty, speciální výrobky pro diabetiky a biopotraviny.

Historie společnosti Extrudo Bečice s.r.o. se začíná psát v roce 1990, kdy dochází k nákupu technologie od firmy Schaaf Technologie GmbH a v 1991 je vyroben první „Žimutický chléb“ v místním ZD Žimutice. Družstvo až v roce 1994 odkupuje a transformuje Extrudo Bečice s.r.o. do současné podoby. Základem rychlého růstu byl nákup německé technologie na výrobu extrudovaných křehkých plátků podložený pečlivým marketingem se zaměřením na racionální stravu a dietní výživu.

Hlavním směrem organizace je výroba originálních křehkých plátků a instantních polotovarů, kde se na převážnou část sortimentu využívá šetrná technologie extruze neboli mikrovar. Všechny výrobky pod značkou Extrudo mají svojí vlastní recepturu s důrazem na nutriční složení, s aplikací ke speciálním dietním požadavkům klientů a zásadám zdravé a racionální stravy. Společnost má ve svém sortimentu několik produktových kategorií, kde zdůrazňuje především nutriční funkcionality – vlákninu, bezlepkku, bezlaktózy. Další důležitou součástí výrobního programu je i BIO a kosher výrobky.

Jedním z cílů budování firmy v oblasti závodního stravování je zabezpečit nepřetržité zvyšování kvality poskytovaných jídel. Proto se Extrudo snaží vyrábět a poskytovat široký výběr výrobků, které obohatí jídelníčky společných stravoven.

Současně s prodejem výrobků nabízí společnost odborné předvedení jejich použití přímo v kuchyni konzumentů.

Rozšiřování produktů je uskutečněno přes specializované velkoobchody, prodejny zdravé výživy a řetězce s oddělením zdravé výživy – Globus, DM, Billa, Kaufland a Interspar. Společnost má i několik privátních značek, v kterých se realizuje.

Distribuce výrobků je pod obchodní značkou EXTRUDO a Crispin's nebo pod obchodními značkami odběratelů BILLA, Giuliani, E.G.M., KNUSPI, COOP, Nutri-tions & Sante, Windmill, Nutrazen, Infood.

Extrudo Bečice s.r.o. je vlastníkem certifikátu kvality BRC, certifikovaným výrobcem BIO potravin, je certifikován AHA agenturou a pro vybrané produkty má společnost certifikát kosher.

Sídlo společnosti, ekonomické oddělení, obchodní oddělení, úsek nákupu a hlavní výrobní hala se nachází v obci Bečice. Zde je konvenční výroba a po sanitačním úklidu i bezlepková výroba. Druhá výrobní provozovna se nachází v Týně nad Vltavou, kde se provádí jen bezlepková výroba. V přítomné době je ve společnosti zaměstnáno dohromady 137 zaměstnanců.

5.1.1 Technologie

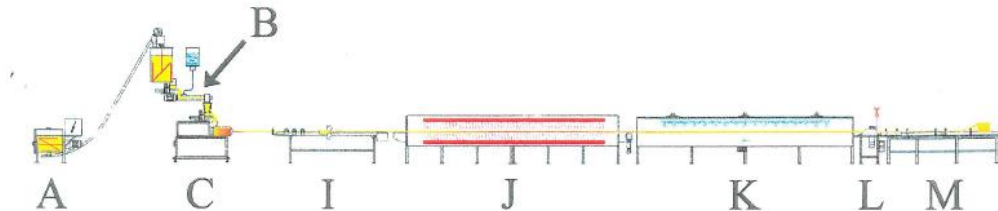
Jelikož má Extrudo dvě provozovny, tak má i dvě skoro totožné technologie. Oba extrudéry jsou od firmy Schaaf Technologie GmbH v Německu. Obě dvě zařízení jsou jednošnekové extrudéry. V Bečicích je extrudér od samotného vzniku firmy, tedy od roku 1994. Pro moji práci jsem si vybral novější extrudér, který je v Týně nad Vltavou.

5.1.2 Extruzní linka

Celá výroba začíná ve skladu, kde jsou suroviny rozděleny podle druhu v big bag vaku okolo 500 kilogramů. Po nakoupení suroviny, musí vzorek projít laboratoří, kde se testují stopy lepku, mykotoxiny a jiné další látky. Po úspěšném testu se nezávadná surovina dále upravuje na kladívkovém šrotovníku, kde je několik velikostí sít podle požadavků. Na úpravu se může použít i nanomlýn, který se nachází v Bečicích.

Každý vlastní výrobek má svojí recepturu, podle níž se přidávají suroviny do konečného stavu. Každá surovina a koření v receptuře se odváží na požadovanou hmotnost do přepravního sudu. Přepravní sud se pomocí elektrického řetězového kladkostroje vysype do míchacího zařízení, kde začíná extruzní linka (Obr. 5).

Flat Bread



- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| A: BATCH MIXER | J: INFRARED OVEN |
| B: CONTINUOUS MOISTURISER | K: COOLING BELT |
| C: EXTRUDER | L: CUTTING MACHINE |
| I: PULLING & CALIBRATING BELT | M: STACKING UNIT |

© Schaaf Technologie GmbH

Obrázek 5: Schéma Extruzní linky (manuál Schaaf)

Dávkovací a míchací zařízení (A)

Dávkovací a míchací zařízení má za úkol důkladně promíchat všechny suroviny. Míchací zařízení je vyrobeno z nerezové oceli pro hygienickou výrobu. Má optimalizovaný design pro rovnoměrné promíchání všech složek. Nemá automatické dávkování vody, takže je potřeba do každé dávky přidat 1–2 litry vody. Hrubý objem míchacího zařízení je 900 litrů a dokáže zpracovat dvě dávky po 350 kilogramech za hodinu.

Promíchané suroviny jsou dopravovány do skladovací nádrže pomocí dopravních šneků. Odtud jsou následující dávkovací jednotky dodávány se surovinami, zatímco v dávkovacím mixéru lze připravit novou dávku.

Kontinuální zvlhčovač (B)

Suché látky mohou být navlhčeny vodou nebo látkami obsahujícími vodu. Kromě přímého přidávání vody do míchačky může být výhodné nebo dokonce nutné, aby některé produkty přidávaly vodu bezprostředně před vlastním vytlačovacím procesem, aby se dosáhlo určitých vlastností produktu nebo aby se vůbec umožnilo zvlhčení určitých speciálních receptur. Kontinuální zvlhčovač je také vhodný pro rychlou kompenzaci fluktuační vlhkosti v surovinách během výroby, čímž se zabrání potenciálním výsledným ztrátám výroby. Obsah přidané vody si operátor řídí sám přes ovládací displej.

Extrudér (C)

Surovina se stlačuje v extruzním válci pomocí šneku, přičemž dochází k jejímu zahřátí, zmazovatění škrobu a denaturaci bílkovin. Na výstupním konci extrudéru prochází ztekutěná hmota tvarovací maticí a v důsledku dekomprese dochází k expanzi výrobku. Nominální kapacita stroje je 250 kg/h.

Usměrňovací pás (I)

Usměrňovací pás posouvá výrobek dál od extrudéru do dopékačích zón. Na začátku pásu se nachází válce, které daný výrobek usměrňují na vyžádanou tloušťku.

Infračervená trouba (J)

Infračervená pec slouží k dopečení výrobku. Produkt stráví v troubě přibližně 4 až 5 minut a trouba má teplotu 250 – 300 °C. Teploty v infračervené peci se řídí dle výkonu stroje a rychlosti odtahu výrobku.

Chladicí pás (K)

Po infračervené troubě následuje zchlazení. Výrobek na dopravníku projíždí opět okolo 4 -5 minut a přitom je chlazen vzduchem, který přivádějí lopatky skrz ventilaci.

Sekací stroj (L)

Sekací stroj seká výrobek na požadovanou délku. Dopravník přivede pás výrobku k sekacímu stroji, kde sekací nože odseknou zadanou délku. Po odseknutí pokračuje hotový výrobek dále k zabalení.

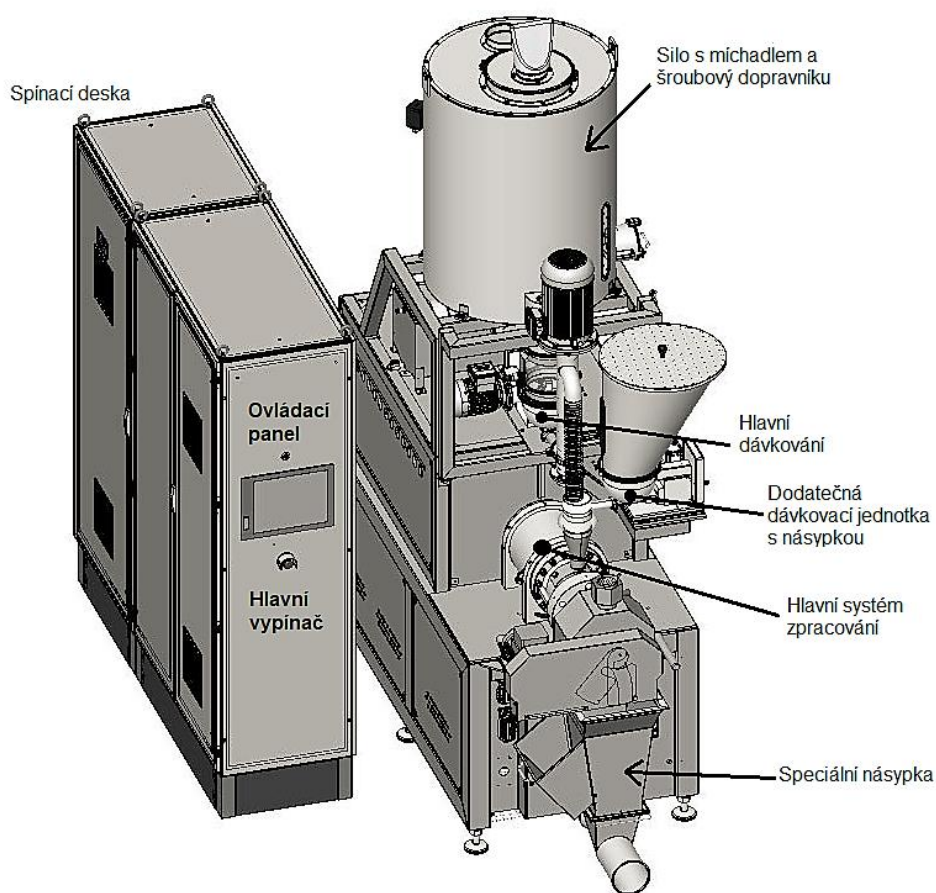
Balící stroj (M)

Požadovaný počet nasekaných plátků se balí pomocí balícího stroje. Balí se do fólií podle požadavků zákazníka a na každém balíčku se musí nacházet datum výroby a šarže výroby. Při potřebě se využívá i lepicí stroj, kde se lepí krabička obsahující již několik zabalených balíčků. I na krabičku se tiskne datum a šarže.

5.2 Extrudér 60-C-925-DC

Extrudér je hlavní stroj při výrobě. Jedná se o typ 60-C-925-DC od firmy Schaaf Technology GmbH. Je to jednošnekový extrudér pro mokrou extruzi s možným přidáním turba. Extrudér pohání trojfázový elektromotor. Rok výroby je 2014 a hmotnost samotného stroje je 1485 kilogramů.

Pro lepší popis lze použít schéma vybraného extrudéru:



Obrázek 6: Schéma Extrudéru 60-C-925-DC (manuál Schaaf)

5.2.1 Hlavní části

Spínací deska

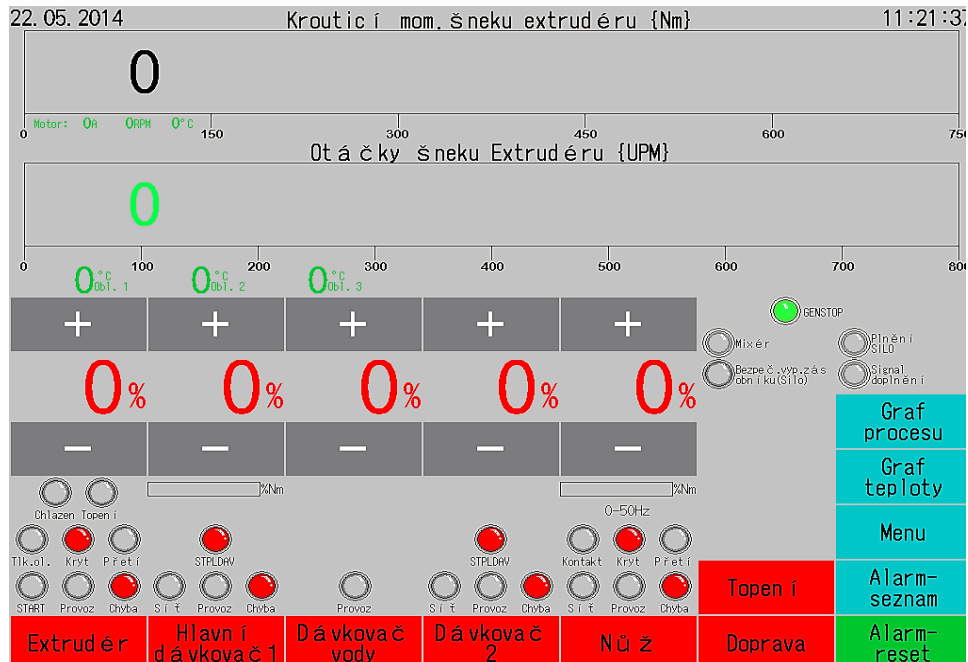
Spínací deska obsahuje řídicí jednotku, pojistky, elektro měnič a další elektro součástky. Součástky musí být kryty před prachem, proto se v otvorech a přívod vzduchu nachází filtr proti nečistotám.

Ovládací panel

Ovládací panel je umístěn na boku spínací skříně. Displej je dotykový a operátor – extrudérista si na něm koriguje celý proces. Mimo hlavní ovládání jsou na displeji ukázány grafy teploty a procesu, seznam alarmů, reset alarmů a menu.

Na hlavní záložce jsou v horní části dva řádky pro orientaci práce extrudéru. Jeden řádek ukazuje krouticí moment šneku extrudéru [Nm] v newton metrech a druhý ukazuje otáčky šneku extrudéru. Zbarvení obou hodnot se mění podle výše dosažených hodnot (červená – zelená). V dolních sloupcích jsou hodnoty ukazované v procentech. Prvky se dají zvyšovat (+) nebo snižovat (-) podle potřeby. Prvky upravující hodnoty výroby jsou:

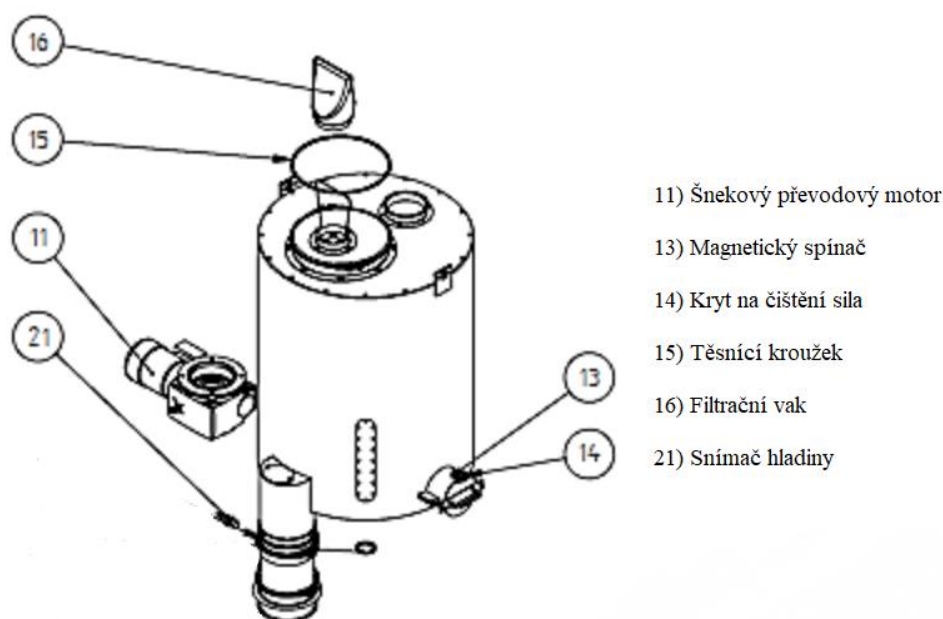
- Extruder – otáčky motoru [%]
- Hlavní dávkovač – výkon hlavního dávkovače [%]
- Dávkovač vody – množství dávkované vody [%]
- Dávkovač 2 – výkon dávkovače při nájezdu/výjezdu [%]
- Nůž – rychlost otáčení nože [%]



Obrázek 7: Ovládací panel

Silo s míchadlem a šroubovým dopravníkem

Do sila s míchadlem se dopravují šroubovým dopravníkem promíchané suroviny z míchacího zařízení.



Obrázek 8: Silo s míchadlem a šroubovým dopravníkem (manuál Schaaf)

Horním otvorem přes filtrační vak (16) se dopravuje materiál šroubovým dopravníkem z míchacího zařízení. Filtrační vak zamezuje průchodu nežádoucích látek do sila. Uvnitř sila je lopatkové míchadlo, které se po celou dobu otáčí po dně a promíchává dopravený materiál. Množství materiálu v silu hlídá snímač hladiny (21). Když materiál klesne pod určitou mez, snímač upozorní operátora zvukem a na displeji se objeví alarm. Na vnějším obvodu sila je průhledné okno s ryskou, kde se provádí vizuální kontrola množství materiálu uvnitř. Kryt na čištění sila (14) se otevírá při zastavení míchadel. Nebo magnetický spínač (13) při otevření krytu upozorní alarmem a míchadlo zastaví. Skrz kryt se ručně vymetají zbytky materiálu.

Hlavní dávkování

Po zavezení dávky do zásobníku a nastavení parametrů na dávkování čerpadla vody a nastavení ovládacího přepínače automaticky začne dávkování vody a směsi a dojde k následnému promíchání v zavlhčovacím šneku. Hlavní dávkovač (obr. 9A) reguluje horizontálním výstupem množství materiálu do šneku a ovládá ho operátor přes ovládací panel. Do extrudéru se materiál dopravuje přes bezprašné potrubí.

Dodatečná dávkovací jednotka s násypkou

Pomocí dodatečné dávkovací jednotky ručně dávkujeme množství materiálu. Většinou se přidává v menším množství na rozjezd výroby, nebo jestli je potřeba dodělat výrobek a není potřeba celá dávka. Dávkovací jednotka (obr. 9B) má vertikální vstup s ochranným roštem.



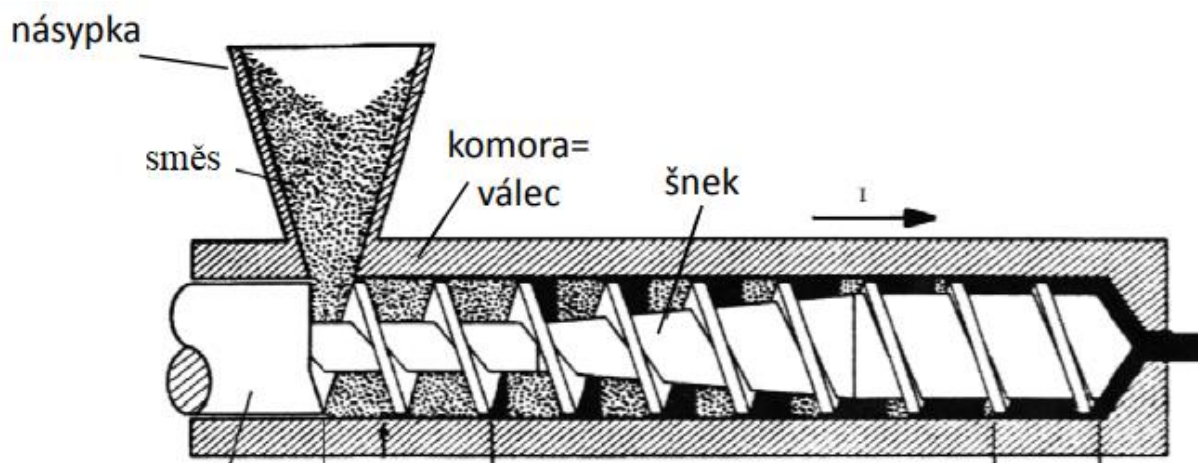
Obrázek 9: Hlavní dávkování (A), Dodatečná dávkovací jednotka (B)

Hlavní systém zpracování

Pohon hlavního systému se nachází za pažbou šneku. Je to trojfázový elektromotor BL-N-160 B s výkonem 60 kW. Pohyb motoru se přenáší na šroub s pomocí speciálního systému s více klínovými řemeny a řemenicí, aby se dosáhlo maximální přenosové účinnosti i za nepříznivých podmínek s vysokým točivým momentem.

Nejdůležitější částí extruderu je extruzní těleso ve kterém je uložen šnekový systém. Vlastní extruzní těleso lze rozdělit na tři části z hlediska jejich funkce – dopravní, tlaková a varná část. První dopravní část zabezpečuje snadný příjem surovin a jejich promísení. Důkladně zhomogenizovaná hmota postupuje do další – tlakové části, kde se materiál vlivem tlaku, teploty a střižných sil plastifikuje. To znamená,

že v této oblasti dochází k mazovatění škrobů a denaturaci bílkovin. Speciální hnětací místa vytváří taková úprava šneků, která vlastně ztěžuje průchod extrudovaného materiálu extruderem a kde dochází k výraznému stlačování a tření materiálu. Těmto oblastem říkáme plastifikační zóny. Stupeň plastifikace a provaření extrudovaného materiálu se dále zvyšuje ve varné části, kde jsou procesy ukončeny průchodem přes otvory v matrici. Při výstupu z trysky do atmosféry materiál zpravidla prudce expanduje. Tím ztrácí cca 8 – 15 % vlhkosti. Výsledný produkt získává křehkou vysoce porézní strukturu. Podle požadavku na velikost získaných částic je materiál krájen za extruderem na odpovídající granule nebo další tvary. Granule menších rozměrů jsou zpravidla krájeny na výstupu z tubusu extruderu hned za tryskou. Delší výrobky jsou krájeny zpravidla v přidavném zařízení, které následuje za vlastním extruderem.



Obrázek 10: Extruzní těleso (manuál Schaaf)

Vlastnosti materiálu uvnitř extruzního tělesa:

- Teplota 80 – 250 °C
- Tlak 2 – 20 MPa
- Vlhkost 5 – 40 %
- Doba zdržení materiálu v extrudéru 5 – 100 sekund

Speciální násypka

Speciální násypka se využívá pro výrobu instantních výrobků. Instantní výrobky jsou strouhanky, křupky a podobné. Násypka je připojena na trubici, která odvádí výrobek pomocí vzduchu nejčastěji do vaků. Poté probíhá další úprava šrotování.

Za matrice na konec extrudéru se přidá řezací zařízení o různém počtu nožů podle požadované velikosti vyráběného produktu. Řezací zařízení chrání ochranný kryt s plechy pro zakrytí otvoru. Při výrobě instantů není potřeba infračervená pec ani chladicí pás.

5.3 Vybraná společnost II

Bonavita je českou společností se dvěma výrobními závody v České republice a od roku 2014 jedním na Slovensku. V současné době se společnost řadí mezi největší výrobce cereálií v České republice a mezi evropskou konkurencí patří ke špičce z hlediska výroby.

Společnost BONAVIDA se nachází v obci Kunice-Vidovice nedaleko Velkých Popovic. Založena byla v roce 1991 a dodnes je čistě českou firmou. O rok později firma začala provozovat vlastní výrobu sójových výrobků pod značkou Bonavita. Rok 1995 přinesl začátek výroby snídaňových cereálií.

Hlavním a širokým portfoliem výrobků jsou snídaňové cereálie, ovesné vločky, kaše, ořechové a müsli tyčinky, trvanlivé pekařské a pufované výrobky, popcorn, těstoviny a sójové potraviny. Základem výroby a prodeje výrobků je racionální výživa, která lidem pomáhá dodržovat zdravou životosprávu.

Samotný název společnosti Bonavita je latinského původu a ve volném překladu znamená „dobrý život“. Podle tohoto překladu se drží filozofie firmy, a proto jsou při výrobě dodržovány striktní mezinárodní standardy kvality pro potravinářské výrobky BRC a IFS. Tyto certifikáty firma má od roku 2008 a každý rok je obhazuje. Jsou to mezinárodní normy pro zajištění bezpečnosti a jakosti potravinářských provozů a pro zabezpečení výroby zdravotně nezávadných potravin.

Společnost Bonavita má přibližně 240 zaměstnanců. Okolo 50 % výroby tvoří vývoz do zahraničí. Hlavní exportní směr je na východ například do Maďarska, Polska, Bulharska, Litvy, ale také Německo, Itálie, Chorvatsko, Řecko, Švédsko a jiné země mimo Evropskou unii.

6 Diskuse

Podle výsledků je patrné, že nákup a chod extrudéru není levná a snadná záležitost. Vstupní investice je několik milionů korun jen za stroj v základní výbavě. Při výběru další přídatných zařízení se cena ještě zvedne. Tento stroj je založen na fyzikálních zákonech a tak ani údržba není snadná. Většina dílů je vystavena velké teplotě a tlaku, takže výroba těchto dílů je z kvalitního materiálu. To se zase odrazí na ceně.

Velkou výhodou u jednošnekového extrudéru je poměrně rychlá výměna funkčních částí a změna výroby. Šnek je jen jeden díl a tudíž se snadno vymění za jiný. Oproti tomu dvoušnekový extrudér, který má dva šneky a každý je rozdělen na několik sekcí. Tato výhoda je vykoupena výkonností stroje a tím i množstvím produkce. Nevýhodou mohou být ceny a opotřebení, jelikož u dvoušnekového extrudéru je více dílů.

Nebo jak udává (DJURIC, 2008) může být výhoda sestavení určitého segmentu šneků na delší časový horizont. A jako další výhodou, udává zpracování suroviny mezi dvěma šneky. Materiál stráví delší čas v tubusu za nějaké teploty a tlaku a je zpracováván částmi šneku. U jednošnekových extrudéru je možnost přidat turbo, které zvedne tlak na materiál při výstupu z matrice.

Zpracovávaná surovina musí být v upravené formě a to u jednošnekového udává (Burešová, 2013) jako nevýhodu. Vstupní surovina by pro kvalitní výrobu měla být ve formě velmi hrubého prášku nebo obráceně velmi jemného prášku. Ale i pro dvoušnekový extrudér se surovina musí upravit. Jen zpracuje i méně upravený materiál.

Seznam použité literatury

1. BERK, Z. Food process engineering and technology. 2nd edition. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, 2013. 690 s. ISBN 978-0-12-415923-5.
 2. BUREŠOVÁ, I., Lorencová, E. Výroba potravin rostlinného původu: zpracování obilovin. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. 302 s. ISBN 978-80-7454-278-7.
 3. DJURIC, V, D. Continuous granulation with a twin-screw Extruder. 1. Aufl. Göttingen: Cuvillier, 2008. ISBN 978-386-7276-436
 4. DOSTÁLOVÁ, J., Kadlec, P. Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2014. 425 s. ISBN 978-80-7418-208-2
 5. Extruze. Uzwil: Bühler AG, 2011, 260 s
 6. FILIP, P., 2015. Výsledky sklizně obilovin v roce 2015. s. 5–8. In: QUALIMA, Sborník přednášek – 24. odborný seminář k jakosti potravinářských a krmivářských produktů. Mezos spol. s.r.o. Hradec Králové. 60 s. ISBN 978-80-904468-6-1
 7. FRAME, N. D. Technology of extrusion cooking. New York: Blackie Academic, 1994. 254 s. ISBN 0-7514-0090-4.
 8. GUY, R. Extrusion cooking: technologies and applications. Editor. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2001. 205 s. ISBN 978-0-8493-1207-6.
 9. JIRSA, O., Kvalita potravinářské pšenice a žita ze sklizně 2015. Zpravodaj svazu průmyslových mlýnů ČR, Mlýnářské noviny, ročník XXVI, číslo 4 (155), s. 2–6. ISSN 1214-6374
 10. KRAJČOVÁ, J. Zbožíznalství. Vyd. 4., přeprac. Praha: Vysoká škola hotelová v Praze 8, 2007. 256 s. ISBN 978-80-86578-68-2.
 11. KULP, K, J, G, PONTE. Handbook of cereal science and technology. 2nd ed., rev. New York: Marcel Dekker, 2000, 790 s. ISBN 08-247-8294-1.
 12. LUH, B. S. 2001. Rice production. s. 79–108. In: OWENS, Gavin. Cereals processing technology. Cambridge, England: Woodhead Pub., 2001. 238 s. ISBN 0849312191.
 13. MASKAN, M., Altan, A. Advances in food extrusion technology. Boca Raton: CRC Press, 2012. 381 s. ISBN 9781439815212.
 14. MOSCICKI, L. Extrusion-cooking techniques, WILEY-VCH Verlag & Co. KGaA, 2011, 220 s. ISBN: 978-3-527-32888-8
-

-
15. PŘÍHODA, J., Hrušková, M., Skřivan, P. Cereální chemie a technologie. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. 202 s. ISBN 80-7080-530-7.
 16. Riaz M.N. et al. (2007), Extruders and Expanders in Pet Food, Aquatic and Livestock Feeds; Agrimedia, 21-26.
 17. Taranushenko, Y. Historie výroby krmiv pro psy a kočky. Zdroj Propesko – Partner in Pet Food CZ, s.r.o., 2010.
 18. TAUFEROVÁ, A. Technologie a hygiena potravin rostlinného původu I., II. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. 168 s. ISBN 978-80-7305- 692-6.
 19. Manuál Cleextral BC 72, 2015
 20. Manuál Schaaf Extrudér 60-C-925-DC, 2014

Citace webových zdrojů

21. AUSPERGER, Aleš. Technologie zpracování plastů [online]. [cit. 2021-03-30]. ISBN 978- 80-88058-77-9. Dostupné z: <https://publi.cz/books/183/Cover.html>
 22. POEX, 2016: Firma Poex a.s. Velké Meziříčí [cit. 2021-03-28] Dostupné z: <http://www.poex.cz/>
 23. RIAZ, M. N. Extruders in food applications [online]. Lancaster, Pa.: Technomic Pub. Co., 2000. 240 s. ISBN 15-667-6779-2, [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=O9ggCAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Riaz,+M.+N.:+Extruders+in+Food+Applications&ots=w4MxFKbEOJ&sig=-nxyxh3ZI07rEqZ3KeewCco_qT8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
 24. CUKROVARNICKÉ a ŘEPAŘSKÉ [online]. 2013. [cit. 2021-03-17]. s. 11–352. Dostupné z: http://www.cukr-listy.cz/on_line/2013/PDF/350-354.pdf
 25. FOOD EXTRUSION [online]. 2021. [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.foodextrusion.de/en/home>
 26. FARMET [online]. 2021. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.farmet.cz/cs/extruze-krmiv-a-vyroba-krmnych-smesi>
 27. EXTRUDO [online]. 2018. [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.extrudo.cz/o-extrudo/>
-

28. BONAVITA [online]. 2021. [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.bonavita.cz/cs/>

Seznam obrázků

| | |
|---|---------------|
| Obrázek 1: Jednošnekový extrudér pro mokrou extruzi (Guy et al., 2001)..... | 16 |
| Obrázek 2: Schéma expanze materiálu a stabilizace pěny (Guy et al., 2001) | 17 |
| Obrázek 3: Jednošnekový extrudér pro suchou extruzi (Guy et al., 2001)..... | 18 |
| Obrázek 4: Míchací šnekové elementy (UZWIL, 2011)..... | 22 |
| Obrázek 5: Schéma Extruzní linky (manuál Schaaf) | 36 |
| Obrázek 6: Schéma Extrudéru 60-C-925-DC (manuál Schaaf)..... | 38 |
| Obrázek 7: Ovládací panel | 39 |
| Obrázek 8: Silo s míchadlem a šroubovým dopravníkem (manuál Schaaf) | 40 |
| Obrázek 9: Hlavní dávkování (A), Dodatečná dávkovací jednotka (B) | 41 |
| Obrázek 10: Extruzní těleso (manuál Schaaf)..... | 42 |
| Obrázek 11: Schéma potahovacího zařízení SKDX6610 (manuál Clestral).... | Chyba! |

Záložka není definována.

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Tabulka 1: Požadavky na jakost extrudovaných výrobků podle vyhlášky č. 333/1997 Sb. | 10 |
| Tabulka 2: Srovnání parametrů různých extruzních technologií (Guy et al., 2001).. | 21 |