

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Zahradnická fakulta



DIZERTAČNÍ PRÁCE

Analýza využití matoliny pro separaci semen a energetické účely

Autoreferát dizertační práce

Ing. David Ludín

Studijní program: Zahradnické inženýrství P4108V

Studijní obor: 4108V003 Zahradnictví

Lednice 2016

Dizertační práce byla vypracována formou prezenčního studia na Ústavu zahradnické techniky, Zahradnické fakulty, Mendelovy univerzity v Brně

Předseda odborové rady: doc. Dr. Ing. Petr Salaš

Doktorand: Ing. David Ludín

Školitel: doc. Ing. Patrik Burg, Ph.D.

Školitel specialista: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

Oponenti (údaje budou doplněny dodatečně po jejich stanovení):

Titul, jméno, příjmení (pracoviště).....

Titul, jméno, příjmení (pracoviště).....

Titul, jméno, příjmení (pracoviště).....

Obhajoba dizertační práce sa koná dne: v Lednici, v hod. před komisí pro obhajobu dizertační práce ve studijním programu doplnit správný název, studijním oboru doplnit správný kód a název na Zahradnické fakultě Mendelovy univerzity v Brně

ANALÝZA VYUŽITÍ MATOLINY PRO SEPARACI SEMEN A ENERGETICKÉ ÚČELY

ABSTRAKT

Disertační práce s názvem „Analýza využití matoliny pro separaci semen a energetické účely“ je zaměřena na problematiku účelného využití matoliny (výlisků z hroznů) pro separaci semen a energetické účely. Experimentální měření byla prováděna v období 2013–2015 u vzorků matoliny odebíraných u vinohradnických subjektů ve vinařské oblasti Morava. Výsledky práce jsou rozděleny do dvou hlavních částí – separace semen révy z matolin a využití matolin pro energetické účely.

Hodnocení účinnosti separačního procesu bylo prováděno nejprve experimentálně v laboratorních podmínkách pomocí sít o definované velikosti otvorů, následně byla účinnost ověřena na prototypu vibračních rovinných sít. Ze získaných výsledků vyplývá, že se v závislosti na odrůdě účinnost separace pohybovala mezi 58,35–94,12 %. Výťažnost semen je přitom 6,00–49,71 %.

Zajímavou oblast využití matolin představuje bioenergetika. Z těchto důvodů byla provedena řada kalorimetrických měření za účelem stanovení spalného tepla a výhřevnosti matoliny v původním stavu, matoliny po odseparování semen (předpoklad jejich využití pro lisování oleje) a semen samotných. Z výsledků měření vyplývá, že se výhřevnost pohybuje mezi 18,61–21,14 MJ.kg⁻¹. Nejvyšší hodnoty výhřevnosti byly stanoveny u samotných semen a matoliny v původním stavu. Lze předpokládat, že hlavním důvodem je poměrně vysoký obsah olejnaté složky v semenech révy vinné.

Soubor měření byl navíc doplněn výsledky zaměřenými na využití matoliny při výrobě pelet. Jako vstupní suroviny byly využity různé poměry vysušené matoliny v kombinaci se senem a révím. Z naměřených hodnot vyplývá, že nejvyšší výhřevnost (19,22 MJ.kg⁻¹) mají pelety složené z 60 % matoliny, 20 % réví a 20 % sena. Jejich sypaná objemová hmotnost je 630,9 kg.m⁻³. Z hlediska mechanické odolnosti dle normy ČSN EN 15210–2 pelety vyrobené s uvedeným poměrem surovin vyhovují.

Výsledky práce jsou rozšířeny také o soubor modelových výpočtů nákladovosti, která se při definovaných podmínkách pohybuje na úrovni 3,59–3,92 Kč za 1 kilogram pelet.

Klíčová slova: réva vinná, matoliny, semena révy vinné, účinnost separace, spalné teplo, výhřevnost, peletizace matolin.

ANALYSIS OF GRAPE MARC USAGE FOR SEED SEPARATION AND ENERGY PURPOSE

ABSTRACT

The dissertation called 'Analysis of grape marc usage for seed separation and energy purposes' is focused on the topic of efficient usage of grape marc (grape pressing). Empirical measurements took place in years 2013–2015 at grape marc samples from viticulture subjects in the wine-growing area Morava. The results of this paper are divided into two main parts – grapevine seed separation from grape marc and grape marc usage for energy purposes.

Efficiency evaluation of the separation process was implemented primarily empirically in laboratory conditions by means of a net with defined-sized loops. Subsequently, the efficiency was confirmed on a prototype of a vibrating sifting device. From obtained results follows, in dependence on the cultivar the separation efficiency varies between 58,35–94,12 %, while seed yield is 6,00–49,71 %.

An interesting area of grape seed usage is bioenergetics. Therefore there was implemented a wide range of calorimetric measurements of combustion heat and caloric power of grape marc in its original state, grape marc after seed separation (assumption of oil pressing usage), and seeds in themselves. The results indicate the heating power varies between 18,61–21,14 MJ.kg⁻¹. The highest heating power values were stated by seeds and grape marc in its original state. It could be presumed, the main reason is rather high oil component in grapevine seeds.

Moreover, the measurement set was supplemented by results focused on grape marc usage for pellet production. As the input materials different proportions of dried grape marc combined with wine shoots and hay were used. From the measured values follows, that the highest heating power (19,22 MJ.kg⁻¹) was obtained from pellets composited from 60 % grape marc, 20 % wine shoots, and 20 % hay. Their apparent density is 630,9 kg.m⁻³. The produced pellets correspond with the norm CSN EN 15210–2 from the point of view of mechanical ruggedness.

The results of this paper were as well extended by a set of model calculation of operating expenses when producing pellets in defined conditions, which vary between CZK 3,59–3,92 per 1 kilogram.

Key words: Grapevine, grape marc, grapevine seeds, separation efficiency, combustion heat, heating value, caloric power, pelletization of grape marc.

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	CÍL PRÁCE.....	8
3	LITERÁRNÍ ČÁST.....	8
3.1	Morfologická stavba hroznu a bobule.....	8
3.2	Charakteristika matoliny	9
3.3	Přehled technologií umožňujících využití a další zpracování matoliny.....	10
3.4	Separace semen a metody jejich zpracování pro výrobu oleje.....	10
3.4.1	Separace pomocí poloválcových sít	11
3.4.2	Separace pomocí válcových sít.....	11
3.4.3	Separace pomocí rovinných sít.....	11
3.4.4	Flotace	12
3.5	Energetické účely	12
3.5.1	Brikety	12
3.5.2	Pelety	13
3.5.3	Zařízení na briketování a peletování	14
4	MATERIÁL A METODY	15
4.1	Období řešení a spolupracující subjekty	15
4.2	Matoliny hodnocených odrůd	15
4.3	Separace semen z matoliny	15
4.3.1	Stanovení rozměrů semen révy vinné.....	15
4.3.2	Stanovení plochy semen pomocí metody analýzy obrazu.....	16
4.3.3	Hodnocení účinnosti separace semen z matoliny na laboratorních sítích.....	16
4.3.4	Zařízení pro separaci	16
4.3.5	Stanovení výtěžnosti a čistoty semen při separaci.....	16
4.3.6	Stanovení celkové produkčního potenciálu matolin a semen révy vinné v podmínkách ČR	17
4.4	Využití matoliny pro energetické účely	17
4.4.1	Kalorimetrické měření.....	18
4.5	Využití matolin pro výrobu pelet	18
4.5.1	Stanovení mechanické odolnosti pelet	18
4.5.2	Stanovení sypné hmotnosti.....	19
4.6	Metody statistického vyhodnocení.....	19
4.7	Hodnocení nákladů na výrobu pelet.....	20
5	VÝSLEDKY	21

5.1	Výsledky experimentů separace semen z matoliny.....	21
5.1.1	Stanovení rozměrů semen révy vinné.....	21
5.1.2	Stanovení plochy semen pomocí analýzy obrazu.....	22
5.1.3	Hodnocení účinnosti separace semen z matoliny na laboratorních sítích.....	24
5.1.1	Zařízení pro separaci	25
5.1.2	Stanovení výtěžnosti a čistoty semen při separaci.....	25
5.1.3	Stanovení celkového produkčního potenciálu semen révy vinné v podmínkách ČR....	28
5.2	Hodnocení využití matoliny pro energetické účely.....	30
5.2.1	Stanovení elementárního složení matoliny.....	30
5.2.2	Výsledky kalorimetrického měření matoliny	32
5.2.3	Souhrnné vyhodnocení kalorimetrických měření pro stanovení výhřevnosti matoliny (2013-2015).....	32
5.3	Využití matoliny pro výrobu pelet	34
5.3.1	Vyhodnocení mechanické odolnosti pelet.....	35
5.3.2	Výsledky stanovení sypné hmotnosti	35
5.3.3	Kalorimetrické měření pelet	35
5.4	Výsledky hodnocení nákladů na výrobu pelet	37
5.4.1	Výroba pelet z matoliny	37
6	DISKUZE.....	39
7	ZÁVĚR.....	43
8	POUŽITÁ LITERATURA.....	45
9	ODBORNÝ ŽIVOTOPIS.....	51
10	PUBLIKAČNÍ A VÝZKUMNÁ ČINNOST AUTORA.....	52
10.1	Výčet publikací	52
10.2	Zapojení do projektů	53

1 ÚVOD

Z celosvětového hlediska představuje réva vinná nejpěstovanější ovocný druh. Velikost pěstitelských ploch se v současnosti pohybuje na úrovni 7,9 milionu hektarů. Z celkového množství pěstitelských ploch pak připadá asi 4,5 milionu hektarů na evropský kontinent, což představuje přibližně 57%. Podle odhadů Organisation Internationale de la Vignet et du Vin (OIV) se ve světě ročně zpracuje 66,5 mil. tun vinných hroznů, přičemž na Evropu z tohoto množství připadá 38 mil. tun hroznů. Pouze v evropských podmínkách tak každoročně vzniká 8 mil. tun matoliny.

Matoliny představují zbytky dužnin, slupek, semen, popř. i třapin, které představují přibližně čtvrtinu hmoty vinných hroznů (HUGH, 1999). Také ZEMÁNEK (2001), SCHIEBER (2001), BAYDAR *et al.* (2007) a RUBIO (2009) uvádějí, že z celkového množství zpracovávaných hroznů činí podíl matoliny v závislosti na odrůdě, stupni zralosti, použitím lisovacím zařízení, počtu lisovacích cyklů aj. 15–25% o objemové hmotnosti 400–800 kg.m⁻³.

Z pohledu odpadového hospodářství představují matoliny biotický odpad produkovaný v sektoru FDM (Food–Drink–Milk). V souladu s nejnovějšími principy odpadového hospodářství uplatňovaného v rámci EU jsou proto přednostně hledány bezodpadové technologie. Pozornost je tak v několika posledních letech zaměřena také na možnosti efektivního využití matolin jako druhotného odpadního produktu, neboť matoliny jsou významným zdrojem bioaktivních látek, obsahujících mimo jiné polyfenolické látky nebo vitamin E s bohatým zastoupením tokotrienolů (ANASTASIADI *et al.*, 2008).

Perspektivní řešení představuje z tohoto pohledu separace vinných semen obsažených v matolině a jejich další využití v procesu lisování za účelem získávání vinného oleje. Ze statistických údajů je zřejmé, že v ČR se ročně ve velkých vinařských provozech zpracovává cca 60 000 t vinných hroznů, což představuje 3 600 t nesusušených semen tj. 2 400 t suchých semen. Z tohoto množství se dá při optimální výtěžnosti získat 290 t surového oleje.

Většímu využití této netradiční suroviny brání skutečnost, že matoliny představují odpad vinařského průmyslu, který pro další zpracování (lisování vinných semen) vyžaduje úpravu (separaci, sušení), prováděnou pokud možno přímo ve vinařských podnicích v co nejkratší době po vylisování hroznů. Vinařské provozy ovšem doposud nejsou v podmínkách ČR vybaveny potřebnými zařízeními, potřebnou výrobní kapacitou a nemají k dispozici dostatek primárních informací důležitých k úspěšnému zavedení této technologie.

Vedle využití matoliny pro separaci semen za účelem získávání oleje jsou postupně ve světě ověřovány a hledány nové technologie umožňující její bezezbytkové využití. Například ve Francii se matoliny řadí mezi „enologický vedlejší produkt“ a proto musí být dle tamních zákonů o životním prostředí odevzdávány do lihovarů na další zpracování (LEMPEREUR *et al.*, 2014). V Austrálii jsou matoliny úspěšně zaváděny do potravy pro dobytek, z důvodu příznivých účinků na snížení produkce metanu, nebo pro extrakci polyfenolů. Poměrně rozšířený je způsob využívání matoliny pro výrobu kompostu nebo jako vstupní suroviny u bioplynových stanic (NOLAN, 2000). V Německu, Španělsku, Itálii a Rakousku se, kromě výše popsaného využití, hledají možnosti využití matoliny jako biopaliv. Z dostupných studií vyplývá, že hlavním problémem při využití této suroviny, je vysoká vlhkost a potenciální rychlý nástup biodegradativních procesů (POLLEX, ZENG, 2012).

Protože je biomasa, ke které jsou matoliny řazeny, z hlediska potenciálu pro Českou republiku jedním z nejperspektivnějších obnovitelných zdrojů energie, a to jak pro výrobu tepla, tak i pro výrobu elektřiny, bude v práci pozornost zaměřena také na využití matoliny jako biopaliva.

2 CÍL PRÁCE

Cílem disertační práce bylo ověření možnosti využití matoliny pro získání semen a pro energetické účely. Experimentální měření byly zaměřeny na ověření zařízení pro separaci semen z matoliny, za účelem jejich dalšího zpracování, s důrazem na účinnost procesu a výtěžnost semen u vybraných odrůd révy vinné. Dalším cílem byly laboratorní měření zaměřená na stanovení spalného tepla a výhřevnosti matoliny, včetně zhodnocení ekonomických aspektů výroby pelet z matoliny jako alternativního energetického zdroje.

Hypotézy

Lze využít vibrační rovinná síta pro separaci semen z matoliny za účelem jejich dalšího využití pro lisování oleje?

Lze a za jakých podmínek využít matoliny jako alternativní a konkurenceschopný zdroj energie?

3 LITERÁRNÍ ČÁST

3.1 Morfologická stavba hroznu a bobule

Plodem révy vinné jsou bobule, které jsou uchyceny k třapině pomocí stopeček a dohromady tvoří komplexní hrozen, který si zachovává své morfologické znaky květenství, které se skládá ze stopky, třapiny a bobulí. Hrozen představuje základní surovinu pro výrobu vína a na kvalitu má rozhodující vliv. Bobule a její části jsou vhodné i k jinému využití a to především díky jejich chemickému složení (HERNÁNI,2012).

Bobule je dužnatý plod, který se tvoří z pletiv vajíček. Velikost bobule je různá v závislosti na odrůdě. Odrůdy se dělí podle barvy bobulí na modré a bílé. Modré obsahují ve slupkách athokyanová barviva, jejíž intenzita je od modré po modrofialovou. Zvláštním případem jsou tzv. barvířky, u nichž je barvivo obsaženo i v dužnině. Bobule se skládá ze tří hlavních částí: slupka, dužnina, semena. Perikarp (oploď) obklopuje semena. Perikarp se dále dělí na exokarp (slupku), mezokarp (dužninu) a endokarp (pletivo ohraničující semena). Tvar hroznu a těsnost uspořádání bobulí určuje podobu a charakter třapiny a počet bobulí na velikosti hroznu. Velikost hroznů je odvislá od odrůdy a ekologie pěstování (PAVLOUŠEK, 2011)

Třapina neboli rozvětvená stopka hroznu tvoří 3–5% váhy hroznu. Obsahuje více jak 40% vody, určitý podíl monosacharidů a sacharózy, kyseliny, pektiny, enzymy, velké množství hrubých tříslovin a rostlinná barviva (chlorofyl). Složení také závisí na půdních podmínkách, odrůdě a zralosti. Při zpracování hroznů se třapiny obvykle odstopkovávají, z důvodu vysokého obsahu látek (chlorofyl, třísloviny), které by do výsledného vína přinesly negativní chuťové vjemy (KRATOCHVÍL, 2013)

Slupka bobulí je tvořena ze tří částí, které označujeme jako kutikula, epidermis a hypodermis. Na povrchu kutikuly se nachází vosková vrstva a její tloušťka je v rozmezí 1,4–4,0 μm v závislosti na odrůdě. Kutikula se tvoří tři týdny po oplodnění vajíčka a při dozrávání se její síla snižuje. Hmotnost slupky je 9–11 % váhy hroznů a je tvořena vodou 50–80 % obj., bílkovinami, tříslovinami 0,1–2,0 % obj. a barvivy 1–15 % obj. (KALLIOPI, 2009).

Dužnina je tvořena z velkých mnohoúhelníkových buněk s tenkými buněčnými stěnami. Tyto buňky jsou tvořeny 25–30 vrstvami rozdělených na tři různé části. Dužnina je nejvýznamnější částí bobule, tvoří v průměru 85–90 % její hmotnosti. Mošt tvoří 92–95 % obj., cukry se pohybují mezi 10–30 % obj., z toho hexózy tvoří 10–30 % obj. Obsahuje z velké části kyselinu jablečnou a vinou a celkový obsah kyselin v dužině tvoří 0,2–0,3% hm. Dále dužnina obsahuje bílkoviny, pektiny, enzymy, minerální látky a vitamíny. Barviva a třísloviny mají nepatrný podíl a jejich množství závisí na odrůdě. Vnější část dužniny je tekutější, vnitřní pak tužší a konzistence je ovlivněna obsahem pektinů (MULLINS *et al.*, 1992).

Semena révy vinné mají hruškovitý tvar s protáhlým zobáčkem, ve kterém se nachází klíček a na opačné straně žlábek. Délka semen je v rozmezí 3–6 mm. Podíl semen na celkové hmotnosti bobule je 0–6 %. Liší se barvou, tvarem a velikostí. Obsahují 10–20 % olejů, které se skládají z glyceridů, kyseliny stearové, palmitové a linolové. Dále obsahují značné množství tříslovin a hořkých látek. Proto je důležité, aby při lisování nebyly rozdraceny, jinak by se do moštu dostaly nežádoucí látky. Obsah taninu je 7–8 %. Bílé odrůdy mají v semenech méně taninu než modré. Olejovité látky mohou poškodit kvalitu budoucího vína. Třísloviny při výrobě červeného vína působí příznivě na rozpuštění a ustálení červeného barviva. Ze semen se vyrábí jedlý olej a vinný tanin, v poslední době nachází uplatnění také v oblasti welfare (KRAUS *et al.*, 2010).

3.2 Charakteristika matoliny

Matoliny, nebo také výlisky z hroznů, jsou tvořeny zbytky dužnin, slupek, semen popř. i třapin. V moderním technologickém procesu zpracování hroznů na víno, se třapiny oddělují z důvodu chemického složení a látek, které by se přenesly do moštu ve fázi macerace a fermentace. Matoliny jsou tvořeny z 8 % semeny, 10 % stopečkami a úlomky třapin, 25 % slupkami vylisovaných bobulí, a 57 % dřev bobulí. Objemová hmotnost matolin je 350–420 kg.m⁻³. Z hlediska využití hlavních živin je N:P:K:Ca v poměru 4:1:4:4. Surovina obsahuje vysoký podíl kyselin, které se podílejí na nízké hodnotě pH v rozmezí 3,5–3,8 (NIRMAL *et al.*, 2006).

Produkce matoliny úzce souvisí s produkcí hroznů a jejich odrůdami, a způsobem pěstování, ale největší vliv na objemu získaných matolin při výrobě má proces zpracování, potažmo lisování. Pokud vezmeme v úvahu současnou výlisnost, která se pohybuje v rozmezí 65–75 %, lze získat z 1 tuny hroznů 650–750 l moštu.

Vinice celosvětově zabírají území o rozloze 7 519 000 hektarů. Je zde vidět určitý pokles oproti minulému desetiletí, kdy v roce 2003 byly na svém maximu a to necelých 8 000 000 hektarů. Největší plochy vinic na území Evropy má Španělsko 1 000 000 ha, Francie 800 000 ha, Itálie 769 000 ha, Portugalsko 239 000 ha (OIV, 2015).

V České republice se dle aktuálních údajů réva vinná pěstuje na rozloze 17 198 ha. Při průměrné výnosu 5 t.ha⁻¹ se vyprodukuje 85 990 t hroznů. Při zpracování a výlisnosti 70 % lze získat až 25 797 t matoliny.

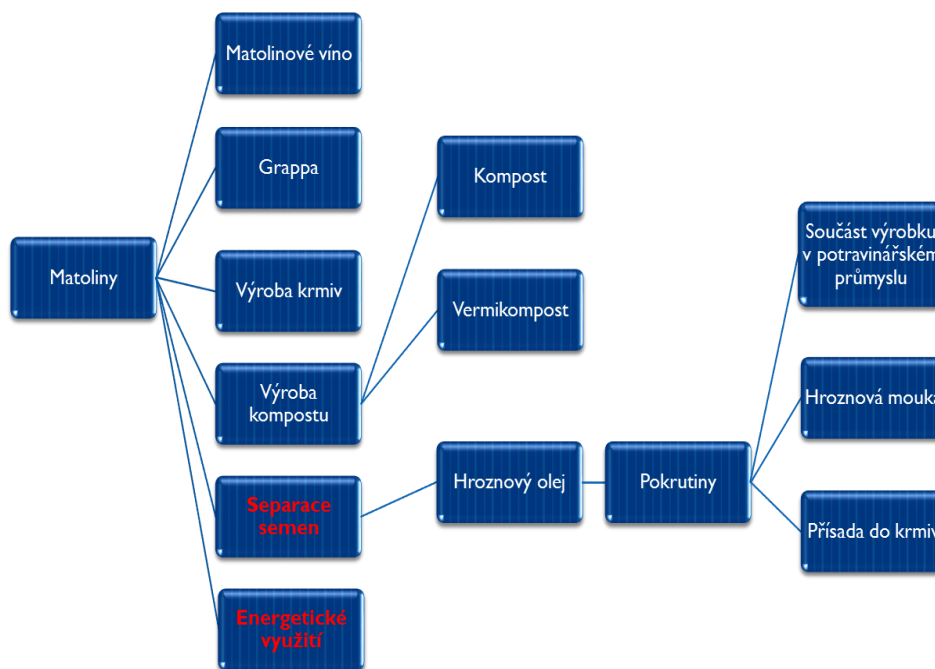
Chemické složení matoliny je velice bohaté na živiny, obsahuje celulózu, vitamíny, kyseliny a minerální prvky důležité a podporující mikrobiální růst např. dusík a draslík (SALUNKHE *et al.*, 1995).

V současné době je rozvoj využití této komodity docela rozsáhlý. V zahraničí je snaha tuto surovinu využít pro různé účel např. krmné účely pro zlepšení welfare, součást paliva do bioplynových stanic, hnojivo v čisté formě (pouze matoliny), vermikompost, extrakce polyfenolů a anthokyanů, sušené matoliny jako topné palivo, peletky, brikety, oleje, kosmetické přípravky. Avšak většina je ve fázi výzkumu. V České republice je využití této

suroviny značně omezené a to z důvodů nedostatečné technologie a znalostí, které by plně a efektivně využily potenciál matoliny.

3.3 Přehled technologií umožňujících využití a další zpracování matoliny

Na následujícím schématu (Obr.1) jsou uvedeny v současnosti známé způsoby využití matoliny. Červeně podbarvený text naznačuje oblasti, které jsou předmětem experimentálních měření prováděných v této disertační práci. Hlavním tématem je tedy separace semen za účelem získávání oleje a využití matoliny pro energetické účely např. výroba pelet.



Obr.1: Možnosti využití matoliny v praxi

3.4 Separace semen a metody jejich zpracování pro výrobu oleje

Separování semen představuje další možnost využití matoliny a to za účelem získávání oleje. Jsou známy neúplné informace z vyspělých vinohradnických zemí, mezi které patří např. Itálie, Francie, Austrálie, Rakousko a Německo, o možnostech separace semen z matoliny. Vlastní technologický proces separace je chráněn jako know-how.

Z dostupných literárních pramenů jsou k dispozici informace o možnostech separace semen z matoliny pomocí aspirátorů, vibračních separátorů, pneumatických odlučovačů a kombinovaných čističek podobně jako u obilí. Údaje o výtěžnosti semen jsou různé, nejčastěji jsou udávány rozmezí 15–26 %. Vysoké účinnosti separace není často dosaženo z podstaty samotného separovaného produktu. Jedná se o časově limitovaný proces z důvodu vysoké vlhkosti separovaného materiálu, který je náchylný k mikrobiální kontaminaci (BURG, 2014).

Studiem procesů separace semen z matoliny a jejich následnou úpravou se v podmínkách ČR zabýval např. PLÍVA, JELÍNEK (1999), DĚDINA (2010) a aktuálně také

BURG *et al.* (2013). Z výsledků jejich prací vyplývá, že existují různé metody separace semen využívajících rozdílná technická řešení, která jsou uvedena v následujícím přehledu.

3.4.1 Separace pomocí poloválcových sít

U této operace je využito dvou jevů, které můžou při separaci semen z matolin dosáhnout uspokojivých výsledků. Prvním jevem je pohyb semen vlivem odstředivé síly od lopatek šneku ve směru k vnitřnímu povrchu síta. Druhým jevem je roztírání posouvané směsi semen a slupek přes síto, podobně jako při procesu pasírování. U separačních zařízení s pevnými poloválcovými sítí je nutné zajistit posun materiálu přes síto. K těmto účelům se využívá prstových šneků, doplněných pružnými lopatkami nebo válcových plastových či drátěných kartáčů. Zařízení tvoří násypka, poloválcové síto, šnek (kartáč), pohon a záchytné nádoby nebo transportní dopravník. Ke zvýšení výkonnosti a efektivnosti separace se uplatňují vícestupňové systémy s různou velikostí otvorů v sítích (BURG *et al.*, 2013).

3.4.2 Separace pomocí válcových sít

Tento způsob se u zrnitých materiálů uplatňuje běžně. Pohybem válcových sít dochází k nepřetržitému posunu směsi po jeho vnitřním povrchu vlivem tření, unášení a skluzu. Materiál se neustále promíchává a částice separované frakce se snadněji dostávají přes kalibrované otvory. K intenzivnějšímu posuvu materiálu vnitřním prostorem síta se využívá vnitřní šnekovnice nebo náklonu síta v podélné ose. Efektivita separace závisí na charakteru tříděné směsi, především podílu frakcí a vlhkosti. Na těchto zařízeních se velice dobře separuje materiál s malou vlhkostí. U vlhčího materiálu se ke zlepšení účinnosti využívá usměrněný proud vzduchu do vnitřních prostor válcového síta. Pozitivní vliv na funkci operace má používání válcového kartáče, umístěného na vnějším povrchu (BURG, ZEMÁNEK *et al.*, 2013).

3.4.3 Separace pomocí rovinných sít

Separace pomocí rovinných sít je založená na principu postupného nebo plynulého posuvného pohybu vrstvy materiálu po rovinné ploše síta, při které dochází k propadu částic přes otvory v síti o kalibrové velikosti. Pohyb materiálu zajišťuje naklonění sít o 5–10° a spojení s kmitavým nebo vibračním pohonem. Separovaná směs slupek a semen se pohybuje ve vrstvě určité výšky. Při daném pohybu jednotlivá semena s menším rozměrem, jako jsou rozměry otvorů síta, propadávají skrze otvory pod síto, zatím co slupky a příměsi s většími rozměry odchází částí síta ven. Po transportu skrze síto se směs semen na dalším síti s menšími otvory rozdělí na dvě frakce. První z nich jsou semena odcházející po síti do sběrné nádoby a druhou skupinu tvoří úlomky semen a zbytky slupek s rozměry menšími než jsou otvory dolního síta. Kromě rozměrové odlišnosti, určené tvarem a velikostí sít, se obě frakce při separaci na těchto sítích, budou od sebe lišit i složením, a to v případě, že základní materiál obsahoval řadu frakcí jiných rozměrů než je průměr semen. Otvory pro vibrační síta na čištění a třídění semen mají kruhové a obdélníkové tvary (BURG *et al.*, 2013).

Kruhové otvory velice dobře rozdělují zrna dle průměru, a u podélných otvorů dle šířky semen. Z uvedené definice vyplývá také to, že tvar otvorů určuje do určité míry i charakter pohybu semen po síti. Při činnosti síta s kruhovými otvory je důležitý vibrační pohyb k vytvoření vhodných podmínek pro postavení zrna na výšku a pro jeho snadný

průchod otvorem síta. U sít s podélnými otvory tento pohyb není nutností, zrna jsou ve větší míře po povrchu síta posouvána a postupně propadávají. Požadovaná konečná kvalita produktu a prosévání materiál, určuje tvar a rozměry sít.

Ovlivňujícími faktory procesu prosívání jsou zejména zatížení sít (výška vrstvy), složení směsi, mechanicko–fyzikální vlastnosti separovaných materiálů a kinetika pohybu sít. Při nastavení frekvence a amplitudy kmitavého pohonu je nutné zajistit, aby pohyb semen posouvání po síte byl rovnoměrný. Pokud je frekvence příliš vysoká, dochází k nerovnoměrnému pohybu a při nízké frekvenci se semena neposouvají po síte.

Výkonost a kvalita separace značnou měrou ovlivňuje šířka a délka síta. Standardně se využívá širší síta v rozmezí 500–1000 mm a délka 600–2000 mm. Při konstrukci vibračních sít se převážně navrhuje poměr šířka a délka v poměru 1:3 až 2:3 (BURG *et al.*, 2013).

3.4.4 Flotace

Mezi další způsoby separace patří flotace. Tento druh separace využívá rozdílnou měrnou hmotnost jednotlivých frakcí ve směsi. Matoliny jsou směsí semen, slupek a drobných příměsí, každá s těchto frakcí se liší měrnou hmotností. Většina semen má nižší měrnou hmotnost než voda a časem vystoupají na hladinu. Slupky se ve vodě vznášejí nebo sedimentují na dno. Flotační zařízení pracuje cyklicky tak, že se materiál (matoliny) v nádobě ponechá s vodou po určitý čas v klidu. Semena, která vystoupí na hladinu se pomocí čerpadla i s vodou odvedou na šikmé síto, kde dojde k oddělení pevné frakce.

Sestava flotačního zařízení je tvořena dvojicí plastových kádí, rmutovým čerpadlem, plochým sítem, čerpadlem pro přečerpávání technologické vody a zásobníkem pro odseparovaná semena (BURG *et al.*, 2013).

3.5 Energetické účely

Rostoucí počet kotelen na spalování odpadní biomasy způsobil nedostatek lesních a dřevních odpadů. S tím souvisí nalezení nových zdrojů paliva, a jako jedním z nich se jeví matoliny. Důležité je diversifikovat zdroje a tím zajistit lepší stabilitu zásobení energií.

Přestože existuje více způsobů využití biomasy k energetickým účelům, v praxi převládá u suchých procesů spalování biomasy, u mokrých procesů výroba bioplynu anaerobní fermentací vlhké biomasy. Z ostatních způsobů dominuje výroba metylesteru kyselin bioolejů získávaných v surovém stavu ze semen olejnatých rostlin (FIORI, FLORIO, 2010).

Při využití biomasy pro energetické účely je nutná zpravidla její předcházející úprava. Ta spočívá s ohledem na charakter, nejčastěji v drcení a štěpkování, případně ve využití procesu další desintegrace a následného uplatnění vzniklé hmoty při výrobě briket a pelet.

3.5.1 Brikety

Brikety jsou vyráběny lisováním, např. ze suchého dřevního prachu, drtě, pilin, kůry, jemných hoblin nebo rostlinných reziduí do tvaru hranolů, válečků nebo šestistěnů, o průměru 40 až 100 mm a délky do 300 mm. Podle zvoleného typu materiálu se na trhu můžeme setkat s briketami ze slámy, dřeva, kůry, energetických plodin nebo briketami vyrobených ze směsí těchto materiálů – tzv. směsnými briketami.

Brikety mohou být rozdílného zbarvení, v závislosti na použitém druhu biomasy, na kvalitě suroviny ovlivněné vlhkostí nebo příměsí kůry a použitém technologickém procesu výroby. Brikety mají díky své vysoké objemové hmotnosti, která se pohybuje okolo 1000 až

1200 kg.m⁻³, stabilní a nízkou vlhkost (obsah vody obvykle kolem 8 %) a nízký obsah popele, který se pohybuje mezi 1–3 % (LEE *et al.*, 2013).

Brikety je možné spalovat v jakýchkoliv kotlích na dřevo, dají se použít v krbech, kachlových kamnech i kotlích ústředního vytápění. Jsou ekologickou náhradou za uhlí a alternativou pro obce potýkající se s kouřem ze spalování uhlí v domácích topeništích. Nejvyšší účinnosti při spalování briket z biomasy se dosahuje v kotlích na dřevoplyn. Vzhledem k povaze paliva jsou brikety z biomasy zcela čistý a obnovitelný zdroj energie.

Díky své trvale nízké vlhkosti se jejich výhodnost projeví především při použití ve zplynovacích kotlích. Při dokonalém spalování vzniká bezbarvý CO₂ (oxid uhličitý) a H₂O (vodní pára) a jen nepatrné množství škodlivin. Při hoření dále vzniká malé množství popele, odpovídající přibližně 1 % spáleného paliva, což představuje cca 10 kg popele na 1 tunu briket. (MOUSDALE, 2008).

Brikety jsou vyráběny z dřevních nebo rostlinných zbytků silným stlačením, které se nazývá briketování. Briketováním vzniká nový typ pevného biopaliva, řadí se svou výhřevností, pohybující se v rozmezí 12–18 MJ.kg⁻¹, mezi hnědé a černé uhlí s výbornými vlastnostmi z hlediska dopravy a manipulace, které umožňují ekonomické skladování a vysoký komfort při vytápění v kotlích na tuhá paliva (LEE *et al.*, 2013).

3.5.2 Pelety

Pelety jsou vhodné k spalování v menších a středních kotlích. Jde o minibrikety válcovitého tvaru, o průměru 5–15 mm a délky 20–40 mm. Konstrukce kotlů předpokládá automatické podávání pelet ze zásobníku přímo do spalovací komory. Pelety se vyrábí z biomasy rostlin. Hmota na výrobu pelet musí být rozdrčená a usušená (PASTOREK *et al.*, 2004).

Technologie peletování je charakteristická tím, že v jednom okamžiku vzniká několik výlisků (pelet). Pelety jsou po průchodu lisovací matricí velmi horké a plastické (MAGA, 2008). Až po vychladnutí získávají svou tvrdost a mechanickou odolnost. Tato technologie je náročná na kvalitu vstupní frakce, která musí být jemnější než při jiných metodách zhutňování (BERNDES *et al.*, 2003). Existuje velké množství konstrukčních principů peletovacích strojů. Těm je podřízený také tvar matrice, která má velké množství otvorů, ve kterých se zhutňuje zpracováváný materiál. Tyto matrice mohou být buď válcové, kuželové nebo závitové (THEK, OBERNBERGER, 2010).

Peletovaný materiál musí mít obsah vody nižší než 14 %. Důležitou vlastností pelet je jejich hustota, ta by měla dosahovat hodnot nad 1000 kg.m⁻³. V praxi se však vyskytují také pelety s hustotou 600–700 kg.m⁻³. Pelety, obdobně jako brikety patří mezi obnovitelná ušlechtilá paliva. Pelety se lisují za vysokého tlaku na protlačovacích matricových lisech nebo je lze vyrábět na linkách pro granulová krmiva (ALLEN *et al.*, 1998).

Energetická náročnost peletizace je závislá na technologii výroby a zvláště výkonnosti peletovací linky. Ze vstupní suroviny, ve které je naakumulovaná energie cca 3,6 kWh (1,6–1,8 kg), se vyrobí 1 kg pelet, s výhřevností 4,8 kWh.kg⁻¹ (MCCORMICK, KÅBERGER, 2007).

Využití biopaliv má však také řadu úskalí. Jedná se zejména o vysokou vlhkost, náklady a složitost logistických operací při transportu biomasy (HAMELINCK *et al.*, 2005).

Velkou předností pelet je automatizace spalovacího procesu. Kotel na pelety umožňuje bezobslužné vytápění objektů. Za využití šnekového dopravníku jsou pelety odebírány ze zásobníku a posouvány do kotle. Zásobník může mít libovolnou velikost (standardně 250, 500 nebo 1000 l). Často bývá i jako zásobník paliva použita část kotelny, která pak vystačí na celou topnou sezonu. Výkon kotle a další funkce hořáku jsou řízeny elektronickou regulací, která umožňuje přizpůsobit chod kotle konkrétním podmínkám celého systému. Doplnění

pelet, čištění spalovací komůrky hořáku a vybírání popela se provádí, jednou za 1 až 30 dní, a to podle kvality pelet a velikosti zásobníku. V případě potřeby je možné kotle vybavit automatickým odpopelňovacím systémem pro komfortní vytápění s minimální obsluhou (BROWN, 2011)

3.5.3 Zařízení na briketování a peletování

Zařízení na briketování a peletování SARAVACOS *et al.*, (2002) rozděluje z nařezaného, či nadrceného materiálu podle systémů tvarovacích ústrojí na:

- Pístové hydraulické nebo mechanické lisы jednorázové s průměrem briket 50 až 60 mm, univerzální na slámu, papír, piliny, pazdeří, které většinou pracují v kombinaci s kalibrovacím drtičem. Normální výkonnost těchto lisů je okolo 250 kg.h⁻¹. Často se kombinuje jeden drtič se dvěma lisy.
- Šnekové lisы jednovřetenové či dvouřetenové s výkonností 0,5 t.h⁻¹ a příkonem okolo 50 kW s nezbytným pomocným zařízením vyžaduje až 70 kW nebo více, jestliže je v lince zařazeno i sušení suroviny. Brikety ze šnekových lisů jsou charakteristické vysokým stupněm stlačení a velkou trvanlivostí. Tyto lisы jsou vhodné na lisování pilin, pro lisování stébelnin už tak vhodné nejsou.
- Protlačovací granulační lisы, odvozené od granulačních lisů na výrobu tvarovaných krmiv na bázi slámy. Jsou rozlišovány dva typy lisů s vertikální, kruhovou maticí nebo s horizontální deskovou maticí.

Výkonnost těchto lisů může být dokonce větší než 1 t.h⁻¹ při příkonu až 150 kW. Dřevěné brikety či pelety jsou tvořeny při lisování materiálu vhodné zrnitosti (velikost frakcí je obvykle 8 x 8 x 1 mm, v závislosti na parametrech briketovacího lisu až 40 mm) za vysokého tlaku (až 31,5 MPa) a teploty, kdy lignin plastifikuje a přejímá funkci pojiva. Někdy se vyrábějí brikety a pelety kombinované – z dřevního odpadu a uhelného prachu. V takovém případě je do nich přimícháváno malé množství mletého vápence, na který se váže síra z uhlí, jež se pak méně uvolňuje do ovzduší, ale zůstává vázán v popelových komponentech (COUPER, 2012).

Brikety nebo pelety ze dřeva či jiné biomasy, lze spalovat i topeništích na klasická pevná biopalivo, především štěpku a dřevo. To je vhodné pro topeniště nízkých výkonů s přerušovaným provozem.

Energeticky je výroba pelet a briket značně náročná, protože vyžaduje vyšší úroveň dezintegrace vstupního materiálu při současném snížení jeho vlhkosti. Ideální je proto jejich výroba již z materiálu vysušeného a dezintegrováného v průběhu jiného, předcházejícího technologického procesu, např. z pilin a hoblin pocházejících z již vysušeného řeziva při dřevozpracující výrobě (ROBINSON, 1986).

Výsledkem briketování dřevní hmoty je zušlechtné palivo s malým obsahem síry a s výhřevností 18 až 20 MJ.kg⁻¹, s relativní vlhkostí 5 až 9 % a s objemovou hmotností 800 až 1000 kg.m⁻³, se zůstatkem popela do 1,2 %, schopné prostorově úsporného skladování. Doba hoření briket je 180 až 240 minut při teplotě 300 až 700 °C.

Na rozdíl od výroby briket, vyžadující speciální strojní zařízení, lze palivové pelety vyrábět na linkách pro granulování krmiva. Je tak možné efektivně zvýšit využití těchto technických zařízení mimo sezónu výroby zelených úsušků. Vstupní surovina může být štěpka, která se dále dezintegruje v kladívkovém drtiči. Vzniklý produkt se suší v bubnové sušičce a lisuje na tvarovací lince. Nevýhodou je často poddimenzování drtiče pro lesní štěpku a malý lisovací tlak tvarovací linky. Důsledkem je malá soudržnost pelet (COUPER, 2012)

4 MATERIÁL A METODY

4.1 Období řešení a spolupracující subjekty

Odběr vzorků matoliny, laboratorní analýzy a veškerá experimentální měření byly realizovány v letech 2013–2015. Těžiště prací bylo situováno do podzimního období, kdy probíhala sklizeň a zpracování hroznů révy vinné. Vzorky matolin byly odebírány u smluvních partnerů - spolupracujících vinařských subjektů.

Zapojily se tyto vinařské subjekty - ZD Němčičky, VÍNO J. Stávek a JLT Procházkovi z obce Němčičky. Vinařství Novák & Jedlička z obce Bořetice. Velkobílovická vína s.r.o. z města Velké Bílovice. Vinařství Lukeš z obce Rakvice. Všechny jmenované subjekty se nachází ve velkopavlovické vinařské podoblasti, která má rozlohu vinic 4741 ha. Další vinařství, která se podílela na výzkumu, jsou vinařství Müller z obce Tasovice a vinařství Waldberg z obce Vrbovec. Poslední dva jmenovaní výrobci se nachází ve znojemské vinařské podoblasti, která má rozlohu vinic 3153 ha.

4.2 Matoliny hodnocených odrůd

Předmětem zkoumání byly matoliny z vybraných moštových odrůd révy vinné. S ohledem na odrůdovou skladbu vinic ČR byly zvoleny odrůdy s největším zastoupením pěstitelských ploch, u kterých šlo předpokládat jejich reálné využití v provozní praxi. S ohledem na odrůdovou skladbu u spolupracujících subjektů se uskutečnil odběr a analýza vzorků matoliny z následujících odrůd:

Veltlínské zelené (VZ), Müller Thurgau (MT), Ryzlink rýnský (RR), Ryzlink vlašský (RV), Svatovavřínecké (SV), Frankovka (FR), Zweigeltrebe (ZW), Modrý Portugal (MP), Alibernet (AL), André (AN), Cabernet Moravia (CM), Cabernet Sauvignon (CS), Hibernál (HIB), Chardonnay (CH), Laurot (LA), Merlot (MER), Nero (NERO), Pálava (PAL), Rulandské bílé (RB), Rulandské modré (RM), Rulandské šedé (RŠ), Tramín červený (TČ).

4.3 Separace semen z matoliny

Tato podkapitola metodiky byla rozdělena na několik dílčích částí, které na sebe vzájemně navazují. Jejich společným záměrem bylo určení velikosti semen révy, návrh sít s vhodnou velikostí otvorů, jejich ověření a stanovení účinnosti separačního procesu, výtěžnosti semen dle matoliny z jednotlivých odrůd.

4.3.1 Stanovení rozměrů semen révy vinné

Laboratorní měření semen révy vinné probíhaly pomocí posuvného měřidla. Hodnocení bylo zaměřeno na šířku, výšku a tloušťku semen. Všechna měření byla provedena vždy ve 30 opakováních.

Měřidlo sestávalo ze dvou částí. Na pevné části byla základní stupnice (v milimetrech), na posuvné části byl index s vernierem (noniem). Měřítka měla dva páry čelistí (ramen), které byly využity pro měření vnějších rozměrů semen. Páčka na posuvné čelisti sloužila k jejímu uvolnění a aretaci. Měřeny byly následující parametry a – délka, b – šířka, c – tloušťka.

4.3.2 Stanovení plochy semen pomocí metody analýzy obrazu

K hodnocení plochy semen byla použita metoda analýzy obrazu. U této metody se jednalo o orientační stanovení využívající vyhodnocení barevných fotografických snímků semen pomocí počítačového softwaru Adobe Photoshop CC 2014. Princip metody spočíval ve fotografování a počítačovém zpracování semen rozprostřené na bílém podkladu o předem daném rozměru ohraničujícího rámu. Všechna měření byla provedena vždy ve třech opakováních.

4.3.3 Hodnocení účinnosti seprace semen z matoliny na laboratorních sítích

Separace semen obsažených v matolině probíhala v laboratorních podmínkách. Získané matoliny byly mechanicky rozduženy a následně prosévány na vibračních laboratorních sítích (AS 200 Basic), které byly určeny pro mokré i suché prosévání materiálů s cílem odseparování vinných semen. Údaje o jednotlivých frakcích zachycených na zvolených sítích byly společně s údaji o rozměrech a ploše semen dále využity pro stanovení velikosti a tvaru otvorů, s následnou výrobou rovinných vibračních sít separačního zařízení.

4.3.4 Zařízení pro separaci

Síta vyrobená na základě předcházejících měření a analýz byla nainstalována na prototyp vibračního prosévacího zařízení, které bylo vyvinuto na Ústavu zahradnické techniky.

Principem separace byl u tohoto síťového separátoru plynulý posuvný pohyb vrstvy matoliny po rovinné ploše síta, při kterém docházelo k propadu semen přes otvory v síti o kalibrované velikosti. Pro zajištění pohybu materiálu byla síta nakloněna o $5-12^{\circ}$ a doplněna o vibrační pohon.

Separovaná směs semen a slupek se pohybovala ve vrstvě určité výšky. Při daném pohybu jednotlivá semena s menším rozměrem než jsou rozměry otvorů síta, propadávala skrze otvory pod síto, zatím co slupky a příměsi s většími rozměry odcházeli zadní částí síta ven. Po průchodu skrze síto se směs semen na dalším síti s menšími otvory rozdělila na dvě frakce: první, tvořena semeny odcházela po síti a shromažďovala se do sběrné nádoby, druhá, tvořena úlomky semen a zbytky slupek s rozměry menšími než jsou otvory dolního síta, propadávala přes síto.

4.3.5 Stanovení výtěžnosti a čistoty semen při separaci

Reprezentativní vzorky matoliny byly před separací váženy (hmotnost 70 kg). Po provedení separace byla zvážena odseparovaná semena. Účinnost separace pak byla vyjádřena ve vztahu k 100% účinnosti (kontrolní vzorek). Podíl semen a slupek v kontrolním vzorku matolin o hmotnosti 2 000 g byl u obou hodnocených odrůd stanoven rozborem na vibračních laboratorních sítích.

Ze semen odseparovaných na vibračních sítích byly za účelem stanovení jejich čistoty odebrány směsné vzorky, které byly následně ručně roztríděny a zváženy na analytických vahách. U semen byla stanovena hmotnost tisíce semen a po jejich vysušení také gravimetricky vlhkost semen.

4.3.6 Stanovení celkové produkčního potenciálu matolin a semen révy vinné v podmínkách ČR

Z dostupných statistických údajů (Situční a výhledová zpráva réva vinná a víno MZe ČR) a údajů získaných při měřeních byla zpracována modelová bilance produkčního potenciálu matoliny a semen révy vinné v podmínkách ČR, včetně stanovení denní výkonnosti separátoru. Při výpočtech byl využit postup, který uvádí BURG *et al.* (2013).

Stanovení celkové produkce matolin v ČR

Z pěstitelské plochy a předpokládaného výnosu hroznů révy vinné lze stanovit množství matoliny z vlastní produkce:

$$G_M = S \cdot Q \cdot (1 - V) \quad (t) \quad (1)$$

kde:

G_M – produkce matoliny ve vinařském podniku (t)

S – celková velikost pěstitelské plochy (ha)

Q – plánovaný průměrný výnos hroznů ($t \cdot ha^{-1}$)

V – výlisnost moštu (–)

Výlisnost u bílých odrůd $V = 0,70–0,75$, u modrých odrůd $V = 0,75–0,80$ je závislá na technologii výroby vína a na způsobu lisování.

Celkovou produkci matolin můžeme také přesně stanovit ze součtu ploch pěstovaných odrůd a jejich předpokládaného výnosu v daném roce. Zpracovávané množství matolin se zvyšuje o matolinu získanou od jiných subjektů.

Množství získaných semen z matoliny

Pro přesnější vyjádření lze stanovit výtěžnost semen na základě odrůdového složení zpracovávaných hroznů révy vinné při respektování odrůdové výtěžnosti.

$$G_S = G_{M1} \cdot \psi_1 + G_{M2} \cdot \psi_2 + \dots + G_{Mi} \cdot \psi_i \quad (t) \quad (2)$$

kde:

G_S – množství získaných semen (t)

G_{Mi} – množství matolin dané odrůdy (t)

ψ_i – výtěžnost semen dané odrůdy (–)

4.4 Využití matoliny pro energetické účely

Energetická hodnota matoliny byla ověřena řadou kalorimetrických měření, za účelem stanovení spalného tepla a výhřevnosti. Tato měření byla prováděna u matoliny v původním stavu, matoliny po odseparování semen (předpoklad jejich využití pro lisování oleje) a semen samotných.

4.4.1 Kalorimetrické měření

Jedním z nejdůležitějších parametrů biomasy je hodnota jejího spalného tepla a výhřevnosti. Stanovení spalného tepla se pro tuhá biopaliva provádí dle normy ČSN P CEN/TS 14918 a DIN 51 900–3. Předpokladem stanovení je analýza elementárního složení, kterou lze zajistit pomocí TOC/TN analyzátoru multi N/C 2100S a plynového chromatografu Trace GC ultra. Principem je stanovení reakčního tepla, které se uvolní při spalování tuhého biopaliva. Z Hessova zákona, který určuje vztah mezi reakčním teplem a slučovacím teplem a ze znalosti složení paliva a jeho spalných zplodin pak můžeme vypočítat spalné teplo paliva a výhřevnost.

Ve všech vzorcích matoliny bylo provedeno stanovení sušiny podle normy ČSN EN 14346. Pro stanovení sušiny byla použita muflová pec LMH 07/12. Spalné teplo vyjadřuje množství tepelné energie, které se uvolní dokonalým spálením váhové jednotky paliva v kalorimetrické tlakové nádobě v prostředí stlačeného kyslíku při teplotě 25 °C, vztažené na jednotku jeho hmotnosti. Jednotkou spalného tepla je jeden joule (J) vztažený na jeden gram nebo kilogram paliva. Výhřevností se označuje veličina, která vyjadřuje množství tepelné energie, která se uvolní dokonalým spálením váhové jednotky paliva, přičemž voda obsažená ve spalinách zůstane ve formě vodní páry.

Pro stanovení spalného tepla byl použit kalorimetr Anton Parr 6400, pro přesné určení hmotnosti spalovaného vzorku analytické váhy Ohaus Adventurer Pro AV264C.

Získané hodnoty spalného tepla byly v souladu s ČSN ISO 1928 přepočteny na výhřevnost podle vztahu:

$$Q_i^r = Q_s^r - \gamma \cdot (W_t^r + 8,94 \cdot H_t^r), \quad (\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1})$$

kde:

Q_s^r – spalné teplo původního vzorku (MJ.kg⁻¹)

γ – koeficient, který odpovídá ohřevu a vypaření 1% H₂O (MJ.kg⁻¹)
při teplotě 25 °C; $\gamma = 0,02442 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

8,94 – koeficient přepočtu hmotnosti vodíku na vodu (–)

W_t^r – obsah veškeré vody v původním vzorku (%)

H_t^r – obsah vodíku v původním vzorku (%)

4.5 Využití matolin pro výrobu pelet

Výroba pelet byla provedena na vhodné peletovací lince a hodnocena variantně při využití vhodných vstupních surovin se zastoupením matoliny. U takto vyrobených pelet byla provedena stanovení mechanické odolnosti, sypné hmotnosti a zkoušky spalného tepla a výhřevnosti.

4.5.1 Stanovení mechanické odolnosti pelet

Mechanickou odolností je měřena odolnost slisovaných paliv vůči nárazům nebo oděru v důsledku manipulace a přepravy. Zkušební exemplář pelet se podrobil řízeným nárazům vzájemným narážením pelet na stěny komory v otáčejícím se definovaném zkušebním bubnu. Z hmotností exempláře zbývajícího po oddělení odřených a jemně nadrcených částic se vypočítala mechanická odolnost.

K analýze se využíval přístroj na zkoušení pelet, který byl sestaven z prachu těsného bubnu s rovným povrchem. Bubnem bylo otáčeno 50ti otáčkami za minutu kolem své osy, která byla kolmá na stranu bubnu a umístěná uprostřed. V úhlopříčce jedné strany bubnu byla

souměrně připevněna příčka. Příčka zasahovala do bubnu a byla bezpečně upevněna na zadní straně bubnu. Okraje příčky nesměly být ostré, aby se zamezilo libovolnému řeznému efektu. Dvířka šlo umístit na jakoukoliv stranu, veškeré výstupky musely být minimalizovány a patřičně zaobleny. Dále se využívalo síto a váhy. Síto s kulatými otvory o průměru 3,15 mm vhodné pro ruční prosetí podle ISO 3310–2, váhy s váživostí 2 kg a schopností vážít s přesností 0,1 g.

Exempláře pro stanovení mechanické odolnosti se odebíraly podle CEN/TS 14778 a rozděleny kvartací dle CEN/TS 14780 do 4 stejných podílů, minimální hmotnost vzorku byla 2,5 kg. Jeden podíl byl použit pro stanovení celkové vody podle CEN/TS 14774, část 1 nebo 2. Dva zbylé podíly se zvážily a dále se ručním proséváním oddělily přes síto. Prosévání se provádělo tak, aby byly odloučeny jemné částice, ale aby se zabránilo vytvoření nových jemných částic. Většinou se toho dosáhlo protřepáváním 1 kg až 1,5 kg podílu vzorku asi pěti až deseti otáčkami síta o průměru 40 cm. Množství pelet na sítu bylo zváženo a dále se vypočítalo počáteční množství částic z podílu vzorku prošlých sítím 3,15 mm, vyjádřené jako hmotnostní zlomek v %.

Odejmутý zkušební podíl prosetých pelet, zvážených na 0,1 g se vložil do otočného bubnu a 500 krát se otočil rychlostí 50ti otáček za minutu. Po skončení otáčení se vzorek vyjmul a ručně se prosel přes síto. Byl zde využit stejný postup jak při prvním prosévání, jen s tím malým rozdílem, že protřepávání provádělo s 0,5 kg zkušebního podílu. Prosévání muselo být kompletní. Vzorek na sítu byl zvážen a bylo vypočteno procento celých pelet.

Mechanická odolnost pelet je vyjádřena touto rovnicí:

$$M_o = \frac{M_p}{M_k} \cdot 100$$

kde:

M_o – mechanická odolnost (%)

M_p – hmotnost prosátých pelet před otáčením v bubnu (g)

M_k – hmotnost prosátých pelet po otáčení v bubnu (g)

4.5.2 Stanovení sypné hmotnosti

Sypná hmotnost se společně s výhřevností používá pro stanovení hustoty energie. V praxi nám umožňuje posoudit požadovanou skladovatelnost nebo nároky na prostor při transportu. Stanovení sypné hmotnosti se provádělo dle ČSN P CEN/TS 15103. Jde o zjištění hmotnosti, kterou má biomasa po nasypání do normované nádoby a zvážení. Proto se při stanovení sypné hmotnosti muselo vzít v úvahu, zda se zkouška provádí pro pelety nebo brikety, které se od sebe liší rozměry. Podle toho bylo také nutno zajistit velikost nádoby i vhodné váhy. Sypná hmotnost se uvádí v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

4.6 Metody statistického vyhodnocení

K vyhodnocení výsledných hodnot naměřených u matoliny byly využity dostupné statistické ukazatele a metody, např. aritmetické průměry, směrodatné odchylky a metoda konstrukce konfidenčních intervalů kolem aritmetického průměru. Tyto metody statistického vyhodnocení byly aplikovány pomocí počítačového softwaru Microsoft Excel a Statistika 10 CZ.

4.7 Hodnocení nákladů na výrobu pelet

Hodnocení provozních nákladů peletizační linky, nákladů na jednotku produkce (jeden kg vyrobených pelet) a doba návratnosti investic do strojních zařízení linky bylo provedeno pomocí programu "Technologie a ekonomika produkce biopaliv", který byl vyvinut na VUZT Praha. Princip výpočtů vychází z metodiky, kterou uvádí ABRHAM (2002).

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky experimentů separace semen z matoliny

V následující výsledkové části práce jsou popsány dílčí kroky, které byly realizovány za účelem stanovení podílu semen v matolině u jednotlivých odrůd, ale také ověření účinnosti separace při využití rovinných vibračních sít. Získané hodnoty byly využity pro modelové výpočty celkového produkčního potenciálu matolin a semen révy vinné v podmínkách ČR.

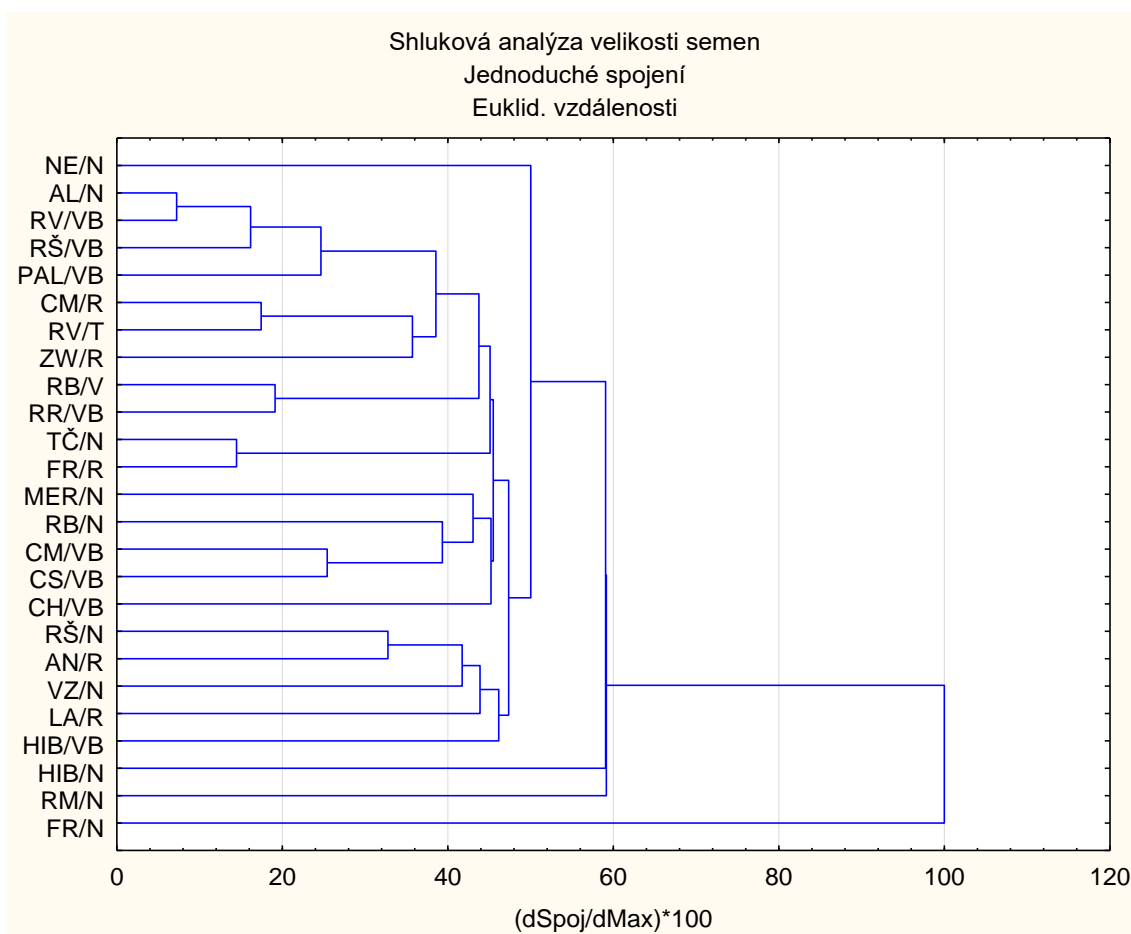
5.1.1 Stanovení rozměrů semen révy vinné

Laboratorní měření semen révy vinné probíhalo pomocí posuvného měřidla. Měření bylo zaměřeno na hodnocení šířky, výšky a tloušťky semen. Pro semena každé z hodnocených odrůd, z různých stanovišť, byla měření prováděna vždy ve 30 opakováních. Souhrnný přehled výsledných hodnot uvádí Tab.1.

Tab.1: Průměrné hodnoty rozměrů semen

Odrůda	Lokalita	Průměrné hodnoty sledovaných znaků		
		Délka (mm)	Šířka (mm)	Tloušťka (mm)
Hibernal	Němčičky	5,93	4,41	2,49
Hibernal	Velké Bílovice	6,85	3,09	2,82
Chardonnay	Velké Bílovice	5,21	3,80	2,96
Pálava	Velké Bílovice	5,89	3,93	2,96
Rulandské bílé	Němčičky	5,11	3,81	2,56
Rulandské bílé	Vrbovec	5,73	3,31	2,56
Rulandské šedé	Němčičky	6,75	3,75	2,76
Rulandské šedé	Velké Bílovice	5,82	3,93	2,63
Ryzlink rýnský	Velké Bílovice	5,77	3,47	2,56
Ryzlink vlašský	Tasovice	6,09	3,61	2,82
Ryzlink vlašský	Velké Bílovice	5,89	3,87	2,76
Tramín červený	Němčičky	6,09	3,74	2,43
Veltlínské zelené	Němčičky	6,48	3,54	2,63
Alibernet	Němčičky	5,83	3,88	2,75
André	Rakvice	6,81	3,47	2,75
Cabernet Moravia	Rakvice	6,09	3,47	2,75
Cabernet Moravia	Velké Bílovice	5,37	3,74	2,37
Cabernet Sauvignon	Velké Bílovice	5,57	3,67	2,29
Frankovka	Němčičky	5,57	2,48	2,63
Frankovka	Rakvice	6,15	3,66	2,36
Laurot	Rakvice	6,35	3,89	2,69
Merlot	Němčičky	4,85	3,80	2,82
Nero	Němčičky	6,69	3,54	3,16
Rulandské modré	Němčičky	6,35	4,32	2,95
Zweigeltrebe	Rakvice	6,06	3,34	3,03

Z hodnot uvedených v Tab.1 vyplývá, že semena hodnocených odrůd révy vinné mají rozdílnou velikosti. Pro lepší přehled o podobnosti odrůd byla využita shluková analýza, která je zobrazena v Grafu 1.



Graf 1: Shluková analýza zkoumaných odrůd

* **Odrůdy:** Alibernet (AL), André (AN), Cabernet Moravia (CA), Cabernet Sauvignon (CS), Frankovka (FR), Hibernál (HIB), Chardonnay (CH), Laurot (LA), Merlot (MER), Nero (NE), Pálava (PAL), Rulandské bílé (RB), Rulandské modré (RM), Ryzlink rýnský (RR), Rulandské šedé (RŠ), Ryzlink vlašský (RV), Tramín červený (TČ), Veltlínské zelené (VZ), Zweigeltrebe (ZW); **Lokality:** Němčičky (N), Rakvice (R), Tasovice (T), Vrbovec (V), Velké Bílovice (VB)

Z Grafu 1 můžeme vypočítat podobnosti v rámci zadaných kritérií fyzických znaků odrůd révy vinné. U vzorků semen ze stejných odrůd, ale rozdílných lokalit byly analýzou zjištěny rozdíly. Z Grafu 1 vyplývá, že největší odlišnosti jsou u semen ze stanoviště Němčičky. Na velikosti semen se odráží řada faktorů, mezi které patří např. odrůda a její klony, ale zřejmě také stanovištní a klimatické podmínky, podnož aj. Pro zpřesnění hodnot o velikosti semen révy vinné bylo provedeno navazující měření plochy semen pomocí metody analýzy obrazu.

5.1.2 Stanovení plochy semen pomocí analýzy obrazu

Stanovení plochy semen začalo měřením náhodného výběru 15 ks semen od každé zkoumané odrůdy révy vinné. Semena se rozprostřela na bílou plochu papíru o rozměru 6000 mm², která byla ohraničená červenými značkami. Takto rozložená semena byla snímkována

pomocí digitálního fotoaparátu, který byl umístěn v požadované pozici nad plochou pomocí stativu (zachování stejné vzdálenosti). Pořízený snímek byl analyzován pomocí softwaru Adobe Photoshop CC 2014. Principem metody je převedení barevné fotografie na stupně šedi, s nastavením prahu barevného rozhraní mezi světlými částmi fotografie (pozadí) a tmavými částmi fotografie (semena). Po vytvoření histogramu se zobrazí procentuální zastoupení tmavých ploch na fotografii, což odpovídá procentuálnímu zastoupení 15 ks semen na ploše o velikosti 6 000 mm².

Toto měření bylo u semen každé z hodnocených odrůd provedeno ve třech opakováních. Touto metodou bylo zjištěno procentuální zastoupení 15 ks semen v prostoru o rozměrech 6000 mm² a z toho odvozena velikost 1 semena v mm² (Tab.2).

Tab.1: Průměrné hodnoty obrazové analýzy

Odrůda	Lokalita	Průměrná hodnota sledovaného znaku
		Plocha 1 semene (mm ²)
Nero	Němčičky	71,85
Hibernal	Velké Bílovice	69,30
Frankovka	Němčičky	68,75
Rulandské modré	Němčičky	68,45
André	Rakvice	67,65
Rulandské bílé	Vrbovec	66,00
Rulandské šedé	Velké Bílovice	66,75
Pálava	Velké Bílovice	65,10
Chardonnay	Velké Bílovice	63,00
Cabernet Moravia	Rakvice	62,40
Cabernet Moravia	Velké Bílovice	61,95
Ryzlink vlašský	Velké Bílovice	61,95
Rulandské bílé	Němčičky	61,65
Ryzlink rýnský	Velké Bílovice	61,50
Laurot	Rakvice	61,05
Veltlínské zelené	Němčičky	59,70
Frankovka	Rakvice	59,55
Tramín červený	Němčičky	58,65
Alibernet	Němčičky	57,90
Rulandské šedé	Němčičky	57,15
Cabrnet Sauvignon	Velké Bílovice	56,25
Ryzlink vlašský	Tasovice	55,95
Zweigeltrebe	Rakvice	55,20
Merlot	Němčičky	54,00
Hibernal	Němčičky	52,65

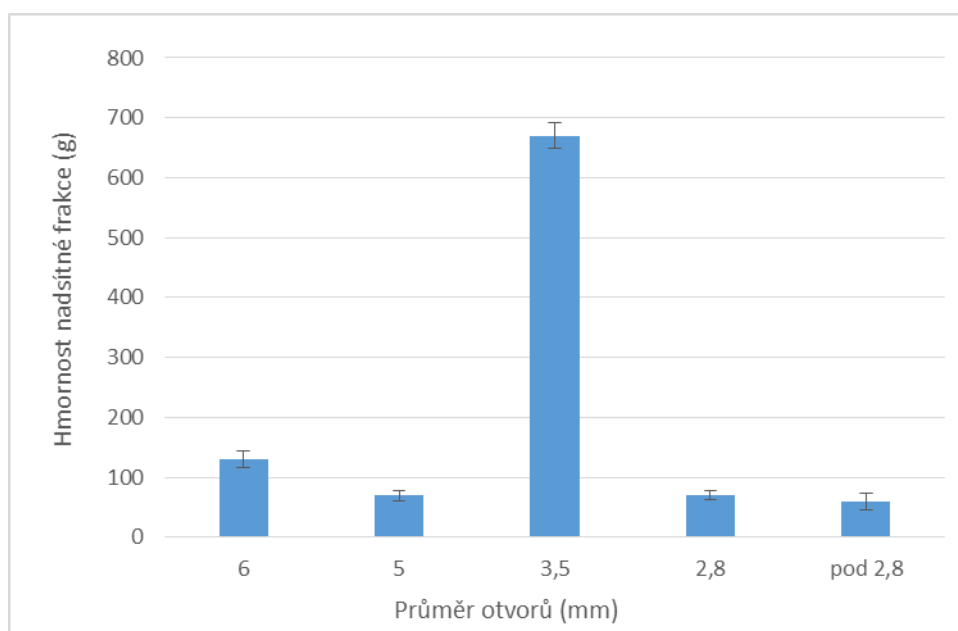
Obdobně jako v předcházející části práce i tato měření potvrzují větší velikost semen u vzorků odebraných na lokalitě Němčičky. Největší plocha semen byla zjištěna u odrůdy Nero (Němčičky) 71,85 mm², dále pak Hibernal (Velké Bílovice) 69,30 mm² a Frankovka (Němčičky) 68,75 mm². Naopak nejmenší plocha byla změřena u odrůdy Hibernal (Němčičky) 52,65 mm², Merlot (Němčičky) 54 mm² a Zweigeltrebe (Rakvice) 55,2 mm².

Výsledky měření jen potvrzují předchozí měření pomocí posuvného měřidla o různorodosti semen u stejných odrůd révy vinné, které budou dále rozšířeny o hodnocení laboratorních sít pro separaci matoliny.

5.1.3 Hodnocení účinnosti separace semen z matoliny na laboratorních sítích

S ohledem na povahu zkoumaného materiálu (matoliny) na základě výsledných hodnot měření plochy semen pomocí posuvného měřidla a analýzy obrazu bylo zvoleno pět typů sít s průměrem otvorů 6,0–5,0–3,5–2,8–2 mm.

Při každém měření bylo odváženo 1000 g matoliny různých odrůd révy vinné. Všechna měření byla provedena ve třech opakováních. Na jednotlivých sítích bylo po skončení separace hodnocena čistota produktu s důrazem na zastoupení samotných semen a jejich hmotnostní podíl. Výsledné hodnoty měření uvádí v Graf 2.



Graf 2: konečné hodnoty síťového rozboru

Podle výsledků je zřejmé, že na laboratorních sítích s průměrem otvorů 5 a 6 mm dochází k tzv. procesu předseparace semen a odstranění většiny slupek, zbytků třapin a dužniny. I se zřetelem na odrůdové odlišnosti ve velikosti vinných semen, největší podíl semen zůstává koncentrován na síti s průměrem otvorů od 3,5 mm. Na sítích s průměrem otvorů 2,8 mm a méně pak zůstávají v malém množství zadrženy zbytky převážně poškozených semen, suché zbytky stonků a malé částičky slupek.

Na základě předcházejících měření a analýz změřených na stanovení velikosti a plochy semen u různých odrůd révy vinné byla navržena a následně vyrobena trojice sít, která byla nainstalována na prototyp vibračního prosévacího zařízení, které bylo vyvinuto na Ústavu zahradnické techniky.

5.1.1 Zařízení pro separaci

Zařízení pro separaci semen z matoliny bylo pro účely experimentálních měření osazeno trojicí rovinných sít. U prvního, nejvýše uloženého síta byly navrženy otvory čtvercového tvaru o rozměrech s výhodou 10x10 mm. Druhé, prostřední síto obsahuje kruhové otvory o průměru 5,0 mm a třetí, spodní síto obsahuje kruhové otvory o průměru 3,0 mm, přičemž všechna síta je možné k rámu stroje uchytit pod úhlem 5 až 12°.

5.1.2 Stanovení výtěžnosti a čistoty semen při separaci

V následující části práce jsou popsány dílčí kroky, které byly realizovány za účelem stanovení podílu semen v matolině u jednotlivých odrůd, ale také ověření účinnosti separace při využití rovinných vibračních sít.

Stanovení účinnosti separace a výtěžnosti semen v roce 2013

Na podzim roku 2013 byly od spolupracujících subjektů z obce Němčičky odebrány matoliny těchto odrůd révy vinné: André (AN), Cabernet Moravia (CA), Cabernet Sauvignon (CS), Frankovka (FR), Ryzlink rýnský (RR), Ryzlink vlašský (RV), Tramín červený (TČ), Veltlínské zelené (VZ), Zweigeltrebe (ZW).

Po vylisování hroznů bylo odebráno a zváženo 70 kg matoliny každé odrůdy a následně provedena separace pomocí vibračních rovinných sít.

Z matoliny u každé z odrůd byly odebrány reprezentativní vzorky o hmotnosti 0,5 kg, u kterých byla všechna semena ručně vytříděna za účelem stanovení hmotnosti semen obsažených v tomto vzorku při 100% účinnosti separace. Tato měření byla provedena ve třech opakováních a získané hodnoty byly využity pro přepočítání na vzorek o hmotnosti 70 kg. U vzorků byla současně stanovena hmotnost tisíce semen. Tab.3 uvádí výsledný přehled průměrných hodnot zjištěných při separaci semen z matoliny u 10 hodnocených bílých a modrých moštových odrůd révy vinné.

Tab.2: Výsledky účinnosti separace a výtěžnosti semen (2013)

Průměrná hodnota sledovaného znaku při separaci 70 kg matoliny					
Odrůda	Hmotnost tisíce semen	Hmotnost semen při 100% účinnosti separace	Hmotnost odseparovaných semen	Účinnost separace	Výtěžnost semen
	(g)	(kg)	(kg)	(%)	(%)
VZ	46	15,03	12,59	83,75	17,99
AN	34	28,44	23,63	83,08	33,76
FR	34	22,07	18,14	82,21	25,91
SG	42	11,95	9,73	81,48	13,90
TČ	36	15,81	12,61	79,76	18,01
RV	33	19,55	15,41	78,83	22,01
RR	37	14,58	11,17	76,57	15,96
CM	48	24,68	17,76	71,98	25,37
CS	39	20,57	13,95	67,82	19,93

Průměrná hodnota sledovaného znaku při separaci 70 kg matoliny					
Odrůda	Hmotnost tisíce semen	Hmotnost semen při 100% účinnosti separace	Hmotnost odseparovaných semen	Účinnost separace	Výtěžnost semen
ZW	39	35,99	22,83	63,43	32,61
Celkový průměr	38,8	20,867	15,782	76,891	22,55

* Odrůdy: *André (AN), Cabernet Moravia (CA), Cabernet Sauvignon (CS), Frankovka (FR), Ryzlink rýnský (RR), Ryzlink vlašský (RV), Tramín červený (TČ), Veltlínské zelené (VZ), Zweigeltrebe (ZW).*)

Z naměřených hodnot je patrné, že nejlepší účinnost separace byla pozorována u odrůdy Veltlínské zelené, a to 83,75% za ním pak následuje André (83,08%) a Frankovka (82,21%). Nejméně vhodnou pro separaci byla vyhodnocena odrůda Zweigeltrebe (63,43%), dále Cabernet Sauvignon (67,82%) a Cabernet Moravia (71,98%). Průměrná účinnost separace u všech hodnocených vzorků činí 79,89%.

Výtěžnost semen z matolin se pohybovala od 13,9% (Sauvignon) až po 33,76% (André). Celkový průměr výtěžnosti byl u zkoumaných odrůd 22,55%.

Stanovení výtěžnosti a čistoty semen při separaci v roce 2014

V roce 2014 byla měření rozšířena na separaci matoliny z 19 různých odrůd révy vinné, která byla odebrána od spolupracujících subjektů z více lokalit (Němčičky, Rakvice, Tasovice, Vrbovec, Velké Bílovice). Jednalo se o celkem 25 odrůd v následujícím zastoupení Alibernet (Al), André (AN), 2x Cabernet Moravia (CM), Cabernet Sauvignon (CS), 2x Frankovka (FR), 2x Hibernál (HIB), Chardonnay (CH), Laurot (LA), Merlot (MER), Nero (NERO), Pálava (PAL), 2x Rulandské bílé (RB), Rulandské modré (RM), 2x Rulandské šedé (RŠ), Ryzlink rýnský (RR), 2x Ryzlink vlašský (RV), Tramín červený (TČ), Veltlínské zelené (VZ), Zweigeltrebe (ZW). Metodika měření byla stejná jako v roce 2013. Tab.4 uvádí přehled výsledků hodnocení účinnosti a výtěžnosti.

Tab.3: *Výsledky účinnosti separace a výtěžnosti semen (2014)*

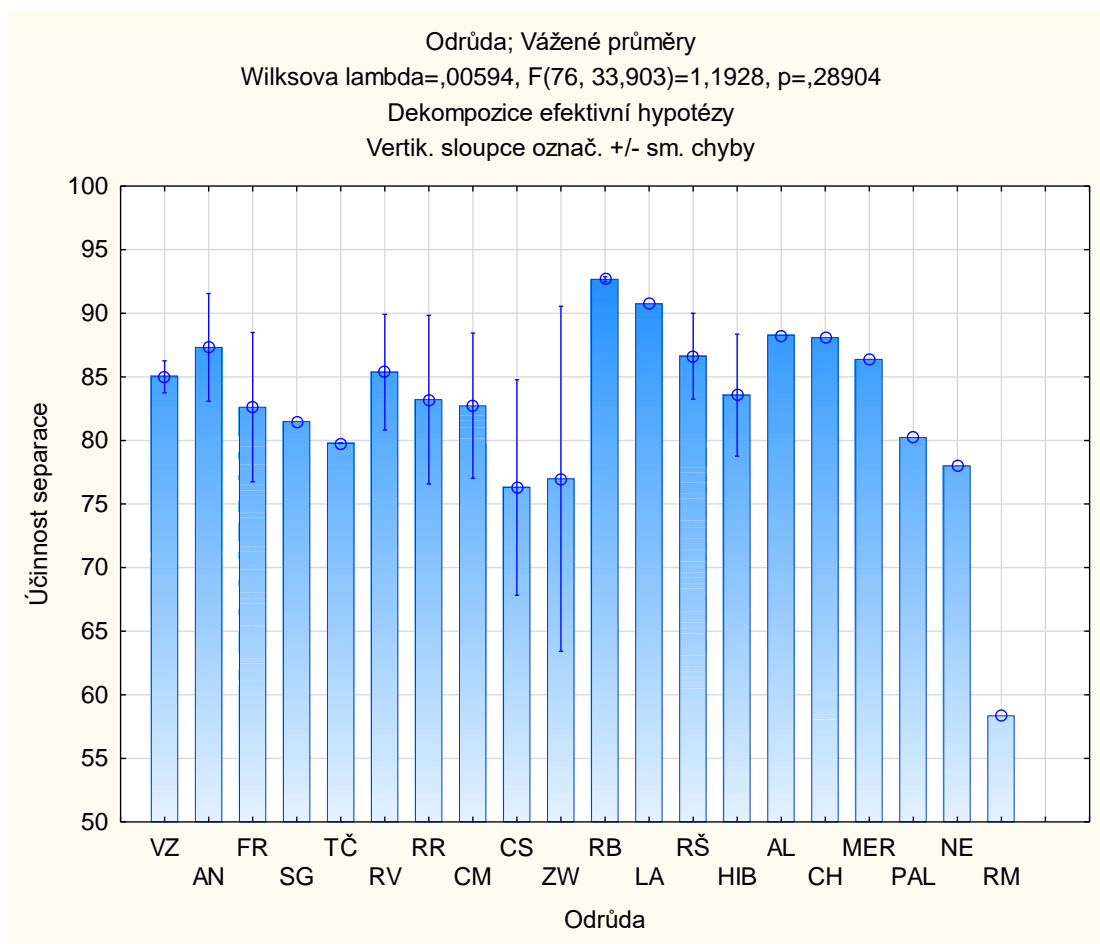
Průměrná hodnota sledovaného znaku při separaci 70 kg matoliny						
Odrůda	Lokalita	Hmotnost tisíce semen	Hmotnost semen při 100% účinnosti separace	Hmotnost odseparovaných semen	Účinnost separace	Výtěžnost semen
		(g)	(kg)	(kg)	(%)	(%)
RV	T	41	17,50	16,47	94,12	23,53
FR	R	33	23,83	22,16	93,00	31,66
RB	V	44	18,21	16,91	92,88	24,16
RB	N	33	12,27	11,35	92,48	16,21
AN	R	44	27,73	25,39	91,55	36,27
CM	R	35	36,81	33,66	91,45	48,09
LA	R	33	27,87	25,27	90,75	36,10
ZW	R	34	29,13	26,38	90,55	37,69
RŠ	N	34	21,46	19,31	90,00	27,59
RR	VB	37	16,95	15,23	89,84	21,76

Průměrná hodnota sledovaného znaku při separaci 70 kg matoliny						
Odrůda	Lokalita	Hmotnost tisíce semen	Hmotnost semen při 100% účinnosti separace	Hmotnost odseparo- vaných semen	Účinnost separace	Výtěžnost semen
		(g)	(kg)	(kg)	(%)	(%)
HIB	N	36	14,04	12,41	88,36	17,73
AL	N	26	13,70	12,09	88,25	17,27
CH	VB	42	28,61	25,20	88,08	36,00
MER	N	36	39,79	34,42	86,38	49,17
VZ	N	35	40,34	34,80	86,26	49,71
CS	VB	34	35,43	30,04	84,78	42,91
CM	VB	34	33,78	28,63	84,75	40,90
RŠ	VB	33	22,73	18,92	83,24	27,03
RV	VB	34	25,65	21,33	83,15	30,47
PAL	VB	33	19,28	15,47	80,24	22,10
TČ	N	33	7,52	6,00	79,80	8,57
HIB	VB	34	38,56	30,37	78,76	43,39
NE	N	35	17,18	13,40	78,00	19,14
FR	N	26	10,32	7,50	72,65	10,71
RM	N	47	26,65	15,55	58,35	22,21
Celkový průměr		35,44	24,21	20,73	85,51	29,61

* **Odrůdy:** Alibernet (AL), André (AN), Cabernet Moravia (CA), Cabernet Sauvignon (CS), Frankovka (FR), Hibernál (HIB), Chardonnay (CH), Laurot (LA), Merlot (MER), Nero (NE), Pálava (PAL), Rulandské bílé (RB), Rulandské modré (RM), Ryzlink rýnský (RR), Rulandské šedé (RŠ), Ryzlink vlašský (RV), Tramín červený (TČ), Veltlínské zelené (VZ), Zweigeltrebe (ZW); **Lokalita:** Němčičky (N), Rakvice (R), Tasovice (T), Vrbovec (V), Velké Bílovice (VB)

Z Tab.4 vyplývá, že nejlepší účinnost separace, byla pozorována u odrůdy Ryzlink vlašský (94,12%, Tasovice), Frankovka (93%, Rakvice) a Rulandské bílé (92,88%, Vrbovec). Nejnižší účinnost separace byla u Rulandské modrého (58,35%, Němčičky), Frankovka (72,65%, Němčičky) a Nero (78%, Němčičky). Výtěžnost semen z matolin se pohybovala od 8,57% (Tramín červený, Němčičky) až 49,71% (Veltlínské zelené, Němčičky). Celkový průměr výtěžnosti byl u zkoumaných odrůd 29,6%. Celkový průměr účinnosti separace byl tentokrát 85,5%.

Výsledky vyhodnocení dvouletých pokusů zaměřených na stanovení účinnosti separace pomocí rovinných vibračních sítí uvádí Graf 3.



Graf 3: Hodnoty účinnosti separace (2013, 2014)

* Alibernet (AL), André (AN), Cabernet Moravia (CA), Cabernet Sauvignon (CS), Frankovka (FR), Hibernál (HIB), Chardonnay (CH), Laurot (LA), Merlot (MER), Nero (NE), Pálava (PAL), Rulandské bílé (RB), Rulandské modré (RM), Ryzlink rýnský (RR), Rulandské šedé (RŠ), Ryzlink vlašský (RV), Tramín červený (TČ), Veltlínské zelené (VZ), Zweigeltrebe (ZW)

Hranici nad 90% účinnosti separace dosáhly odrůdy Rulandské bílé a Laurot. Mezi 85–90 % účinnosti separace se pohybovaly odrůdy André, Ryzlink vlašský, Rulandské šedé, Chardonnay, Merlot a Veltlínské zelené. Nejnižší účinnost byla zjištěna u odrůdy Rulandské modré.

Ze získaných dvouletých měření byla stanovena průměrná účinnost vibračních rovinných sít, která činí 82,2 %. Průměrná hodnota výtěžnosti semen z matoliny dosáhla hodnoty 26,08 %.

5.1.3 Stanovení celkového produkčního potenciálu semen révy vinné v podmínkách ČR

Množství matoliny, které lze využít pro separaci semen, lze odvodit od celkové plochy plodných vinic, které se v ČR nacházejí. V Tab.5 jsou uvedené statistické údaje ploch vinic, průměrného hektarového výnosu hroznů (vychází ze Situační a výhledové zprávy pro révu vinnou) a množství matoliny při předpokládané výlisnosti 70 %, kterou lze v průměru získat.

Tab.4: Hodnoty ploch vinic, výnosů hroznů a produkce matoliny

Rok	rozloha vinic (ha)	Hektarový výnos (t.ha ⁻¹)	Celkové množství sklizených hroznů (t)	Množství matoliny při výlisnosti 70 % (t)
2015	17198	5	85 990	25 797

(zdroj: www.eagri.cz)

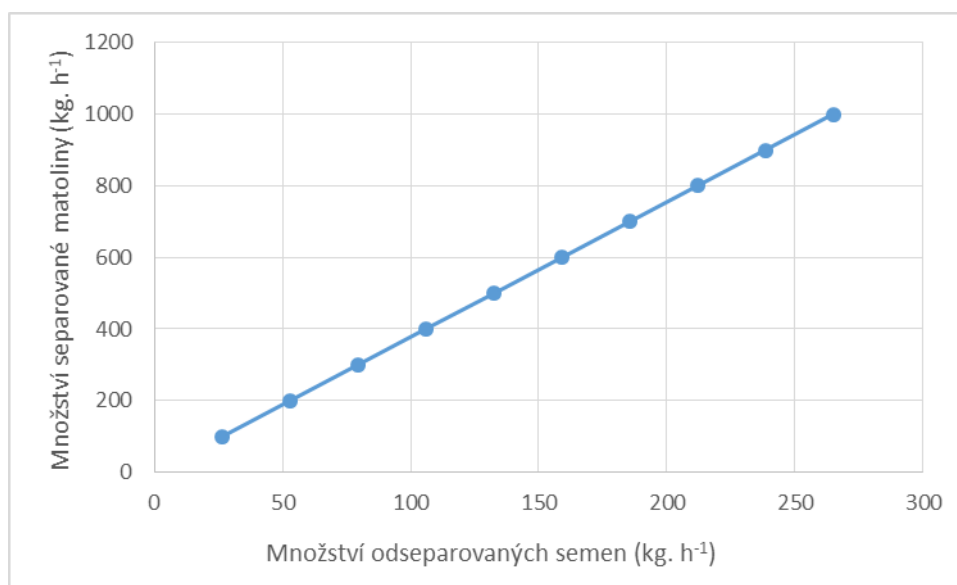
Z Tab.5 vyplývá, že průměrné množství matoliny, které lze každý rok na území ČR získat je 25 797 t. Množství matoliny připadající na 1 ha plodných vinic je v průměru 1,5 t.

Za předpokladu, že se účinnost separace pohybuje na úrovni 82,2 % a výtěžnost semen z matoliny je 26,08 %, jak vyplývá z předcházejících výsledků. Můžeme uvažovat s využitím 6 727 t semen v čerstvém stavu získané z potenciální produkční kapacity ČR.

S ohledem na uváděné skutečnosti lze při separaci semen uvažovat s ohledem na velikost vinařského provozu a množství produkovaných matolin s linkami tvořenými separačními zařízeními v mobilním i stacionárním provedení. S ohledem na výkonnost těchto separačních zařízení je pak nutné dořešení přísunu matolin. U mobilních separátorů s malou výkonností by bylo možné využít vysokozdvizné vozíky v kombinaci s velkoobjemovými bednami. U stacionárních zařízení s velkou výkonností je pak nutné uvažovat při dopravních a manipulačních operacích s využitím šnekových nebo pásových dopravníků, dále pak s využitím příjmových a elevátorových dopravníků v kombinaci s vhodnými násypkami. Předpokladem pro využití odseparovaných semen je jejich další zpracování za účelem lisování oleje.

Stanovení nutné denní výkonnosti linky

Zejména při větším objemu zpracovávané matoliny je nutné stanovit požadovanou denní výkonnost linky, podle které bude nutno provést výběr separátoru. Rozhodování o jeho výběru s důrazem na potřebnou výkonnost umožňuje Graf 4. Předpokladem pro stanovení množství semen je délka pracovní směny 8 hodin a 30 pracovních směn v průběhu sezony.



Graf 4: Výkonost vibračního síťového separátoru

Ekonomika separace na vibračních rovinných sítích

Modelový příklad separace semen z matoliny je uveden v Tab.6. Průměrná cena energie je 4,80 Kč.kWh⁻¹, příhon separátoru 5kW, cena obsluhy pracující na DPP (dohoda o provedení práce, max. 300 hodin ročně) za hodinovou mzdu 69 Kč. Náklady na nákup nového separátoru v mobilním provedení 100 000 Kč, který má výkonnost 100 kg.h⁻¹ odseparované matoliny při produkci 26,5 kg.h⁻¹ čistých semen. Výkupní cena 1kg semen 10 Kč.

Tab.5: Modelový příklad separace semen z matoliny

Pracovní směna 8 hodin		Pracovní nasazení 300 hodin	
Náklady		Náklady	
Energie	38 Kč	Energie	1 425 Kč
Obsluha	472 Kč	Obsluha	17 700 Kč
celkem	510 Kč	celkem	19 125 Kč
Produkce		Produkce	
Množství odseparované matoliny	800 kg	Množství odseparované matoliny	30 000 kg
Množství získaných semen	212 kg	Množství získaných semen	7950 kg
Cena semen	2 012 Kč	Cena semen	75 450 Kč
Čistý zisk za směnu	1 502 Kč	Čistý zisk	56 325 Kč

Za předpokladu investičních nákladů na pořízení separátoru na úrovni 100 000 Kč lze očekávat návratnost investice 2 roky. Při výlisnosti hroznů 70 % by zařízení dokázalo zpracovat matoliny ze 100 t hroznů, což představuje téměř 20 ha vinic (při průměrném výnosu hroznů 5 t.ha⁻¹).

5.2 Hodnocení využití matoliny pro energetické účely

Ve světě začínají narůstat snahy o využití matoliny pro energetické účely. Publikovaných výzkumných výsledků zaměřených tímto směrem však není k dispozici mnoho. Navíc se v návaznosti na jednotlivé autory značně odlišují. Následující část disertační práce by proto měla přispět k objasnění této problematiky, navíc s důrazem na podmínky ČR.

Dílní etapy této části se skládají ze stanovení elementárního složení a kalorimetrických měření u vzorků matoliny z různých odrůd.

5.2.1 Stanovení elementárního složení matoliny

V Tab.7 a Tab.8 jsou uvedené hodnoty elementárního složení různých bílých a modrých moštových odrůd, které se využívají pro výpočet výhřevnosti ze spalného tepla. Tyto hodnoty byly stanoveny pomocí přístrojového vybavení uvedeného v metodice práce.

Tab.6: Elementární složení vybraných bílých moštových odrůd révy vinné

Odrůda	C	H	O	N	S	Popel
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Veltlínské zelené	58,93	5,51	32,23	0,63	3,98	2,59
Sauvignon	53,47	5,91	31,96	0,56	3,86	2,32
Ryzlink vlašský	51,85	5,69	32,65	0,64	3,81	2,58
Muškat moravský	54,67	5,87	33,93	0,65	4,12	2,34
Müller Thurgau	52,63	5,67	33,54	0,59	3,82	2,17
Hiberbna	51,48	6,32	35,21	0,61	3,94	2,41
Pálava	49,85	5,78	38,23	0,45	3,96	2,17
Rulandské bílé	51,79	5,67	35,21	0,44	3,97	2,11
Rulandské šedé	55,99	5,68	35,13	0,48	4,51	1,98
Ryzlink rýnský	50,42	5,95	34,25	0,45	4,78	2,01
Chardonnay	50,78	5,93	34,32	0,59	4,56	2,09

V Tab.7 jsou uvedeny hodnoty obsahové množství jednotlivých prvků, které jsou důležité pro výpočet výhřevnosti z údajů spalného tepla surovin a možného využití pro hnojení. Uhlík (C), vodík (H), kyslík (O), dusík (N), síra (S) a popel.

Tab.7: Elementární složení vybraných modrých moštových odrůd révy vinné

Odrůda	C	H	O	N	S	Popel
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Frankovka	42,35	6,12	44,96	0,59	3,52	3,42
Cabernet sauvignon	45,31	5,91	43,98	0,71	3,31	3,68
Rulandské modré	42,58	5,89	44,72	0,65	3,72	3,32
Nero	41,21	5,95	45,25	0,58	3,45	3,62
Merlot	41,58	5,96	44,89	0,57	3,54	3,65
Svatovavřínecké	40,41	5,92	45,71	0,61	3,25	3,64
Modrý Portugal	39,56	5,99	46,12	0,69	3,41	3,49
Cabernet Moravia	40,25	5,99	44,51	0,68	3,30	3,56
Zweigeltrebe	40,88	5,97	44,78	0,71	3,12	3,20
Alibernet	40,55	5,96	44,28	0,64	3,25	3,52
André	40,11	5,89	44,85	0,94	3,21	3,49

V Tab.8 jsou uvedeny střední hodnoty elementárního složení hodnocených vzorků matolin a semen z bílých a modrých moštových odrůd révy vinné.

Tab.8: Střední hodnoty elementárního složení matoliny a semen

Hodnocené vzorky	Střední hodnoty sledovaných znaků					
	C (%)	H (%)	O (%)	N (%)	S (%)	Popel (%)
Matoliny bílé odrůdy	52,9	5,82	34,24	0,55	4,12	2,25
Matoliny modré odrůdy	41,34	5,95	44,91	0,67	3,37	3,51
Semena – směs	51,55	5,97	38,42	1,47	3,96	1,92

5.2.2 Výsledky kalorimetrického měření matoliny

Určení spalného tepla kalorimetricky bylo provedeno pro každou odrůdu ve třech variantách, a to pro Matoliny v původním stavu, Matoliny po odseparování semen a Semena, ve třech opakováních. Nejprve byly stanoveny hodnoty spalného tepla, ze kterých byla následně výpočtem, v souladu s ČSN ISO 1928, stanovena výhřevnost výlisků z hroznů pro jednotlivé odrůdy.

5.2.3 Souhrnné vyhodnocení kalorimetrických měření pro stanovení výhřevnosti matoliny (2013-2015)

Výsledný přehled průměrných naměřených hodnot výhřevnosti u sledovaných vzorků a variant uvádí Tab.10–12.

Tab.9: Průměrné hodnoty výhřevnosti u Matoliny v původním stavu dle hodnocených odrůd za období 2013–2015

Odrůdy matoliny	Výhřevnost (MJ.kg ⁻¹)				Směrodatná odchylka
	2013	2014	2015	Průměr	
Ryzlink rýnský	17,30	17,18	17,38	17,29	0,56
Svatovavřínecké	17,31	17,18	17,34	17,28	0,51
Ryzlink vlašský	17,03	16,92	17,10	17,02	0,23
Zweigeltrebe	16,97	16,86	17,08	16,97	0,31
Veltlínské zelené	16,85	16,85	16,95	16,88	0,41
Müller Thurgau	16,61	16,55	16,68	16,61	0,35
Modrý Portugal	16,53	16,41	16,66	16,53	0,46
Frankovka	16,43	16,38	16,55	16,46	0,50
Celkový průměr	16,88	16,79	16,97	16,88	0,42

U varianty Matoliny v původním stavu byla naměřena průměrná nejvyšší výhřevnost u odrůdy Ryzlink rýnský (17,29 MJ.kg⁻¹) a nejnižší u odrůdy Frankovka (16,46 MJ.kg⁻¹).

Tab.10: Průměrné hodnoty výhřevnosti u Matoliny po odseparování semen dle hodnocených odrůd za období 2013–2015

Odrůdy matoliny	Výhřevnost (MJ.kg ⁻¹)				Směrodatná odchylka
	2013	2014	2015	Průměr	
Modrý Portugal	17,06	16,99	17,19	17,08	0,40
Ryzlink rýnský	16,96	16,94	16,97	16,96	0,40
Frankovka	16,59	16,53	16,65	16,59	0,38
Veltlínské zelené	16,43	16,41	16,50	16,45	0,44
Zweigeltrebe	16,40	16,32	16,47	16,40	0,28
Ryzlink vlašský	16,41	16,30	16,46	16,39	0,43
Svatovavřínecké	16,39	16,18	16,43	16,33	0,27
Müller Thurgau	16,05	16,01	16,16	16,07	0,46
Celkový průměr	16,54	16,46	16,60	16,53	0,38

U varianty Matoliny po odseparování semen byla naměřena průměrná nejvyšší výhřevnost u odrůdy Modrý Portugal (17,08 MJ.kg⁻¹) a nejnižší u odrůdy Müller Thurgau

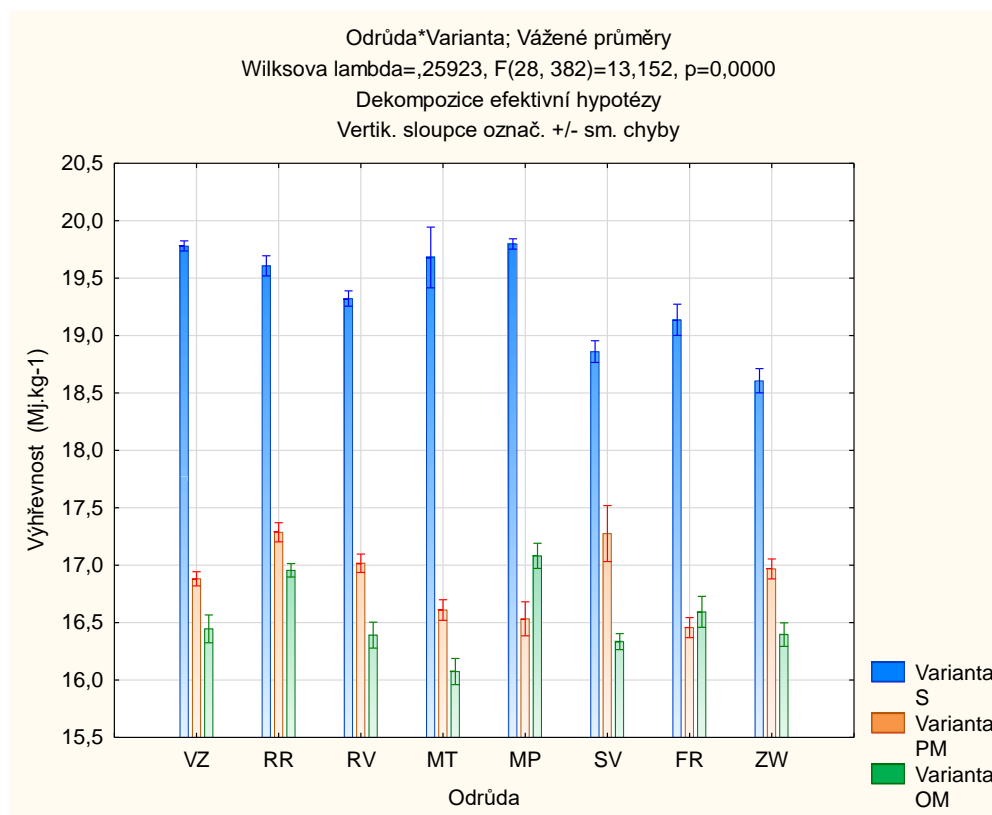
(16,07 MJ.kg⁻¹). Nižší výhřevnost z roku 2014 může být důsledkem nakažení značné části úrody plísněmi, které snižují výhřevnost.

Tab.11: Průměrné hodnoty výhřevnosti u Semen dle hodnocených odrůd za období 2013–2015

Odrůdy matoliny	Výhřevnost (MJ.kg ⁻¹)				Směrodatná odchylka
	2013	2014	2015	Průměr	
Modrý Portugal	19,82	19,71	19,99	19,84	0,13
Vetlínské zelené	19,74	19,68	19,92	19,78	0,18
Müller Thurgau	19,70	19,47	19,87	19,68	0,74
Ryzlink Rýnský	19,59	19,54	19,69	19,61	0,37
Ryzlink vlašský	19,27	19,23	19,47	19,32	0,30
Frankovka	19,17	18,99	19,25	19,14	0,45
Svatovavřínecké	18,88	18,73	18,97	18,86	0,20
Zweigeltrebe	18,63	18,47	18,72	18,61	0,49
Celkový průměr	19,35	19,23	19,49	19,36	0,36

U varianty Semena byla naměřená nejvyšší průměrné výhřevnost u odrůdy Modrý Portugal (19,84 MJ.kg⁻¹) a nejnižší u odrůdy Zweigeltrebe (18,61 MJ.kg⁻¹).

Celkové zhodnocení výhřevnosti jednotlivých variant zkoumaných v roce 2013–2015 zobrazuje Graf 6.



Graf 5: Výhřevnost zkoumaných odrůd za rok 2013 - 2015

* **Modrá**–(S) Semena, **oranžová** (PM) Matoliny v původním stavu, **zelená**–(OM) Matoliny po odseparování semen. Frankovka (FR), Ryzlink rýnský (RR), Ryzlink vlašský (RV), Vetlínské zelené (VZ), Müller Thurgau (MT), Svatoavřínecké (SV), Modrý Portugal (MP), Zweigeltrebe (ZW).

Z Grafu 6 vyplývá, že nejvyšší výhřevnost byla naměřena u varianty Semena, která se pohybovala v rozmezí 19,84–18,61 MJ.kg⁻¹. Varianta Matoliny v původním stavu měla druhé nejvyšší hodnoty (17,29–16,45 MJ.kg⁻¹), až na výjimku, kterou tvořila odrůda Modrý Portugal. Nejnižší hodnoty výhřevnosti byly naměřeny u varianty Matoliny po odseparování semen (17,08–16,07 MJ.kg⁻¹). Oproti předpokladu byla naměřena vyšší výhřevnost u varianty Matoliny po odseparování semen než u varianty Matoliny v původním stavu a to u odrůd Modrý Portugal a Frankovka.

Celková průměrná výhřevnost byla u varianty Semena za celé sledované období 19,36 MJ.kg⁻¹. Další varianta Matoliny v původním stavu měla celkovou průměrnou výhřevnost 16,88 MJ.kg⁻¹. Poslední sledovaná varianta Matoliny po odseparování semen měla průměrnou celkovou výhřevnost 16,53 MJ.kg⁻¹. I přes skutečnost, že nejvyšší výhřevnost mají vzorky semen, nelze v praxi reálně uvažovat s jejich využitím pro energetické účely. Hlavními důvody je problematika vlastního separačního procesu, nedostatečné množství této suroviny a možnost jejich efektivnějšího a účelnějšího využití v jiných oblastech lidské činnosti (farmacie, gastronomie aj.)

5.3 Využití matoliny pro výrobu pelet

Z údajů o výhřevnosti matoliny prováděných v předcházejících měřeních je zřejmé, že se jedná o surovinu s velice dobrou výhřevností, která je srovnatelná s hodnotami výhřevnosti např. u obilí nebo hnědého uhlí, dokonce převyšují výhřevnost dřevní štěpky a dřeva. Z dostupných literárních pramenů vyplývá, že jsou ve vinohradnický vyspělých státech ověřovány metody využití matoliny při výrobě briket a pelet. Hlavní problém představuje u těchto technologií vysoká vlhkost matoliny. Např. v Itálii je tento stav řešen přirozeným vysoušením matoliny pod větranými přístřešky.

V SRN se objevují zmínky o využití odpadního tepla z bioplynových stanic nebo zařízení pro regulaci teploty během kvašení. V podmínkách ČR nebyla tato technologie doposud řešena.

Z uvedených důvodů byla část experimentálních měření orientována na výrobu pelet s podílem matoliny. Pro potřeby experimentů byly zvoleny tři varianty poměrů vstupních surovin pro výrobu pelet s různým procentuálním zastoupením matoliny:

Varianta 1 (60 % matoliny, 20 % réví a 20 % sena)

Varianta 2 (50 % matoliny, 25 % réví a 25 % sena)

Varianta 3 (40 % matoliny, 30 % réví a 30 % sena).

Při procesu výroby byly hodnoceny vybrané exploatační parametry peletovací linky, které byly v závěru práce využity společně s technicko-ekonomickými údaji jako podklad pro modelové výpočty nákladů. Současně byly u vyrobených pelet provedeny soubory měření zacílené na stanovení mechanické odolnosti, sypané hmotnosti, ale také kalorimetrii.

5.3.1 Vyhodnocení mechanické odolnosti pelet

Pelety byly testovány na mechanickou odolnost, která patří k jednomu z nejdůležitějších parametrů. Při manipulaci s peletami totiž může docházet ke vzniku úlomků a ke tvorbě prachových částic, které mohou vést k neustálenému průběhu hoření a vlivem vzniku prachových částic se zvyšuje riziko výbuchu.

Veškerá měření byla prováděna v roce 2015 v akreditované laboratoři VÚRV Praha. Pelety byly podle dané metodiky naváženy, prosety a vloženy do testovacího bubnu, kde došlo k mechanickému oděru. Testovány byly tři vzorky od každého druhu vytvořených pelet, výsledky vzorků byly spočteny a byl stanoven aritmetický průměr. Výsledky byly dosazeny do vzorce na výpočet mechanické odolnosti a byly vypočítány hodnoty pro mechanickou odolnost jednotlivých druhů pelet podle rakouské a české normy ČSN EN 15210–2. Výsledky mechanické odolnosti uvádí Tab.13.

Tab.12: Hodnoty mechanické odolnosti pelet

Pelety podle použité směsi	Mechanická odolnost (%) podle	
	Rakouská norma	ČSN EN 15210–2
Varianta 1	98,30	96,82
Varianta 2	98,15	96,69
Varianta 3	97,68	96,15

U pelet pro maloodběratele je přípustná mechanická odolnost na úrovni 96,5 %. Z výsledků vyplývá, že této podmínce vyhovují varianty 1 a 2, kde se hodnoty mechanické odolnosti pohybují mezi 96,69–96,82 %. Požadavkům normy nevyhověla pouze varianta 3 s nejnižším podílem matoliny (40 %), kde hodnoty mechanické odolnosti činily 96,15 %

5.3.2 Výsledky stanovení sypné hmotnosti

LARSSON (2012) uvádí, že významným parametrem pelet z hlediska jejich nároků na skladovací kapacity je sypná hmotnost, která se běžně pohybuje v rozmezí 550–750 kg.m⁻³. Vyrobené pelety se zastoupení matoliny dosahovaly sypné hmotnosti v rozmezí 619,27–630,90 kg.m⁻³, jak uvádí Tab.14.

Tab.13: Hodnoty sypné objemové hmotnosti

Surovinové složení pelet	Sypná hmotnost (kg.m ⁻³)				
	1. opakování	2. opakování	3. opakování	Průměr	Směrodatná odchylka
Varianta 1	615,3	635,5	646,7	630,90	15,9
Varianta 3	620,1	625,4	618,6	621,37	3,57
Varianta 2	615,7	621,7	620,4	619,27	3,16

5.3.3 Kalorimetrické měření pelet

Pro stanovení spalného tepla byl použit kalorimetr Anton Parr MCR 6400, popis pracovního postupu je uveden v metodice práce. Nejprve byly stanoveny hodnoty spalného

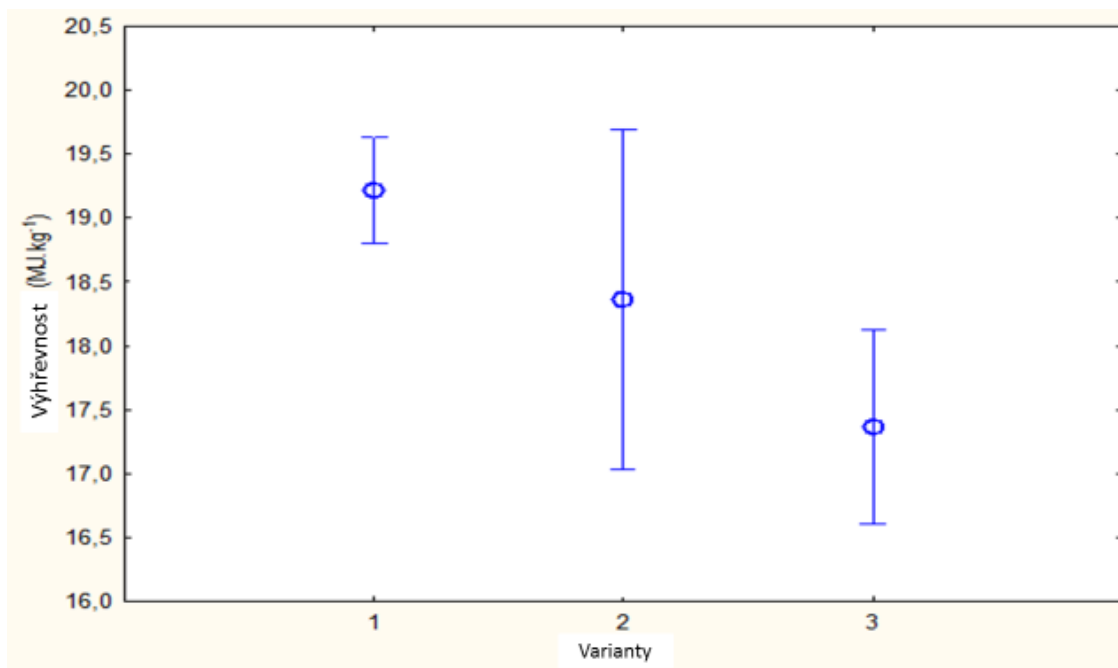
tepla, ze kterých byla následně výpočtem v souladu s ČSN ISO 1928 stanovena výhřevnost pelet. Výsledný přehled vypočítaných hodnot výhřevnosti uvádí Tab.15.

Tab.14: Hodnoty výhřevnosti pelet

Surovinové složení pelet	Výhřevnost (MJ.kg ⁻¹)				
	1. opakování	2. opakování	3. opakování	Průměr	Směrodatná odchylka
Varianta 1	19,21	19,39	19,05	19,22	0,34
Varianta 2	18,06	18,05	18,98	18,37	0,10
Varianta 3	17,49	17,58	17,01	17,36	0,06

Z výsledků vyplývá, že pelety složené z 60% matoliny, 20% réví a 20% sena mají průměrnou hodnotu výhřevnosti 19,22 MJ.kg⁻¹. Druhou nejvyšší výhřevnost mají pelety složené z 50% matoliny, 25% réví a 25% sena, které dosáhly průměrné hodnoty 18,37 MJ.kg⁻¹. Nejnižší výhřevnost 17,36 MJ.kg⁻¹ mají pelety složené z 40% matoliny, 30% réví a 30% sena.

K vyhodnocení průkaznosti rozdílů mezi hodnocenými variantami pokusu byla použita analýza variance (hladina významnosti $\alpha = 0,05$). Jako metoda následného testování byl použit Tukeyův–HSD test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Z výsledků statistického vyhodnocení (Graf 9) vyplývá, statistická průkaznost vlivu podílu matolin ve vstupních surovinách na výhřevnost pelet.



Graf 6: Vlivu podílu matolin ve vstupních surovinách na výhřevnost pelet

Graf 9 jasně potvrzuje rozdílné hodnoty výhřevnosti variant pelet z matoliny, které jsou přímo odvislé od složení dané varianty pelety. Průkazný rozdíl je zřejmý zejména mezi variantou 1 a variantou 3.

5.4 Výsledky hodnocení nákladů na výrobu pelet

Hodnocení provozních nákladů peletizační linky, nákladů na jednotku produkce (jeden kg pelet vyrobených s podílem matoliny) a doby návratnosti investic do strojních zařízení linky bylo provedeno pomocí programu "Technologie a ekonomika produkce biopaliv", který byl vyvinut na VUZT Praha.

5.4.1 Výroba pelet z matoliny

Modelový příklad výroby pelet z matoliny. Je uveden v Tab.16. Pěstitelská plocha vinic je 122 ha při průměrném výnosu 8 t.ha⁻¹. Celková produkce hroznů tedy činí 980 t. Z tohoto množství lze získat 294 t matoliny v čerstvém stavu. Pro výrobu pelet je potřeba snížit vlhkost o 30–40%. Po vysušení máme k dispozici 210 t matoliny. Roční provoz linky s výkoností 150 kg.h⁻¹ bude 1400 hodin. Individuální náklady zahrnují 150 000 Kč na box palety na uskladnění produktu, 500 000 na sušárnu, 1 200 000 na pelet linku, celkem tedy 1 850 000 Kč. Je zřejmé, že pelety z matoliny mají prokazatelně vyšší výhřevnost, než běžně dostupné pelety ze dřeva, lze stanovit prodejní cenu pelet na 5,50 Kč.kg⁻¹.

Tab.16: Modelový výpočet provozu peletovací linky

Výchozí stav		Po snížení vlhkosti na 20% (resp. na 15%)			
Matoliny 50% vlhkost (t)		Matoliny 20% vlhkost (t)		Matoliny 15% vlhkost (t)	
celkem	294	183		173	
- sušina	147	147	(80%)	147	(85%)
- voda	147	36	(20%)	26	(15%)
Množství odpařené vody		111	t	121	t
Náklady na odsušení 1 t vody - normativ cca				3140	Kč.t ⁻¹
Náklady na odsušení		348540	Kč	379940	Kč
Náklady přepočtené na 1 kg odsušené matoliny		1,90	Kč.kg ⁻¹	2,20	Kč.kg ⁻¹
Při výkonosti linky		150	kg.h ⁻¹	je doba provozu linky:	
		1220	h.r ⁻¹	1153	h.r ⁻¹
Odpisy peletovací linky		82860	Kč.r ⁻¹	82860	Kč.r ⁻¹
Nájemné		60000	Kč.r ⁻¹	60000	Kč.r ⁻¹
Fixní celkem na rok		142860	Kč.r ⁻¹	142860	Kč.r ⁻¹
Fixní celkem na 1 h		117	Kč.h ⁻¹	124	Kč.h ⁻¹
Fixní celkem na 1 kg pelet		0,78	Kč.kg ⁻¹	0,83	Kč.kg ⁻¹
Elektrická energie		27,26	Kč.h ⁻¹	45	Kč.h ⁻¹
Opravy a udržování		30,00	Kč.h ⁻¹	30	Kč.h ⁻¹
Osobní náklady		136,00	Kč.h ⁻¹	60	Kč.h ⁻¹
Variabilní celkem		193,26	Kč.h ⁻¹	135,00	Kč.h ⁻¹
Variabilní celk. na 1 kg pelet		1,29	Kč.kg ⁻¹	0,90	Kč.kg ⁻¹
Provozní celk. na 1 kg pelet		3,59	Kč.kg ⁻¹	3,92	Kč.kg ⁻¹

Ze získaných hodnot lze vypočítat návratnost peletovací linky pro různé varianty úrovně dosoušení suroviny:

Varianta 1 (Matoliny 20% vlhkost):

A – prodejní cena 5,50 (Kč.kg⁻¹)

B – náklady na výrobu 3,59 (Kč.kg⁻¹)

C – množství vyrobených pelet 183 000 (kg.r⁻¹)

D – roční zisk (kg.r⁻¹)

E – pořizovací náklady na peletovací linku 1 200 000(Kč)

F – návratnost celé investice

$$D = (A - B) \times C$$

$$D = (5,50 - 3,59) \times 183\,000$$

$$D = 349\,530 \text{ Kč.r}^{-1}$$

$$F = \frac{E}{D}$$
$$F = \frac{1\,200\,000}{349\,530}$$

$$F =$$

$$F = 5,3 \text{ let}$$

Návratnost celé investice do pořízení peletovací linky u varianty 1 je 5,3 let.

Varianta 2 (Matoliny 15% vlhkost):

A – prodejní cena 5,50 (Kč.kg⁻¹)

B – náklady na výrobu 3,92 (Kč.kg⁻¹)

C – množství vyrobených pelet 173 000 (kg.r⁻¹)

D – roční zisk (kg.r⁻¹)

E – pořizovací náklady na peletovací linku 1 200 000 (Kč)

F – návratnost celé investice

$$D = (A - B) \times C$$

$$D = (5,50 - 3,92) \times 173\,000$$

$$D = 273\,261 \text{ Kč.r}^{-1}$$

$$F = \frac{E}{D}$$
$$F = \frac{1\,200\,000}{273\,261}$$

$$F =$$

$$F = 6,7 \text{ let}$$

Návratnost celé investice do pořízení peletovací linky u varianty 2 je 6,7 let.

6 DISKUZE

Předkládaná disertační práce s názvem Možnosti využití matoliny pro separaci semen a energetické účely je zaměřena na problematiku účelného využití matoliny (výlisků z hroznů) pro separaci semen a energetické účely.

Při zjišťování fyzických znaků semen révy vinné pro potřeby navržení vibračních rovinných sít, bylo zjištěno, že stejné odrůdy mají různé hodnoty. Na velikosti semen se odráží řada faktorů, mezi které patří např. odrůda a její klony, ale zřejmě také stanovištní a klimatické podmínky, podnož aj. Měřením rozměrů semen se zabýval RAZAVI *et al.* (2009), který zjistil, že měřené parametry se mění v závislosti na vlhkosti semen.

Při stanovení plochy semen pomocí obrazové analýzy, byly zjištěny hodnoty v rozmezí 25,65–71,85 mm². Větší průměrná plocha byla zjištěna u červených odrůd a to 62,1 mm² oproti bílým moštovým odrůdám, které měly průměrnou plochu 61,5 mm². Analýzou obrazu se zabýval i RODRÍGUEZ-PULIDO *et al.* (2012), který zkoumal vliv ročníku na plochu semen u jedné moštové odrůdy. Zjistil, že mezi jednotlivými ročníky stejné odrůdy je průkazný rozdíl ve zkoumaných parametrech.

Podle výsledků je zřejmé, že na vibračních sítích s průměrem otvorů 5 a 6 mm dochází tzv. procesu předseparace semen a odstranění většiny slupek, zbytků třapin a dužniny. I se zřetelem na odrůdové odlišnosti ve velikosti vinných semen. Největší podíl semen zůstává koncentrován na síti s průměrem otvorů od 3,5 mm. Na sítích s průměrem otvorů 2,8 a méně zůstávají v malém množství zadrženy zbytky převážně poškozených semen, suché zbytky stonků, malé částičky slupek atd. Rozborem matoliny a separací jader se v podmínkách ČR zabývali např. PLÍVA (1999), který prováděl laboratorní síťový rozbor matoliny. Využívali při něm síť s průměrem ok 2, 3,5 a 5 mm, ovšem pro separaci používali již vysušené matoliny s obsahem vysušených vinných semen.

Ze získaných výsledků separace pomocí vibračních rovinných sít je patrné, že u všech sledovaných odrůd z roku 2013 je účinnost separace vysoká a pohybuje se v závislosti na odrůdě mezi 63,4–83,75 %. Celková průměrná účinnosti separace byla 78,89 %. Výsledná účinnost separace u sledovaných odrůd v roce 2014 se pohybovala mezi 58,35–94,12%. Celkový průměr účinnosti z obou let činil 82,20 %. Jak uvádí BURG, LUDÍN (2014) je průběh procesu prosévání ovlivněn zejména zatížením sít (výška vrstvy), složením směsi, mechanicko–fyzikálními vlastnostmi separovaných materiálů a také kinetikou pohybu sít. V zahraničí se problematikou separace semen z matoliny v čerstvém stavu zabýval MARSHALL *et al.* (2012). Na prototypu rotačního válcového separátoru dosáhli účinnosti separace až kolem 75 %.

Problematikou hodnocení výtěžnosti semen z matoliny se zabýval BURG *et al.* (2013). Podle jejich měření se výtěžnost pohybuje mezi 13–30 %, což prakticky odpovídá naměřeným hodnotám. V roce 2013 se výtěžnost semen z matoliny se pohybovala od 13,90 % (Sauvignon) až po 33,76 % (André). Celkový průměr výtěžnosti v roce 2013 byl u zkoumaných odrůd 22,55 %. Avšak v roce 2014 se výtěžnost semen z matoliny pohybovala od 6,00 % (Tramín červený - N) až 49,71 % (Veltlínské zelné - N). Celkový průměr výtěžnosti v roce 2014 byl u zkoumaných odrůd 29,6 %. Průměr výtěžnosti z obou let pozorování tedy činí 26,08 %. Také z výsledků statistického vyhodnocení vyplývá, že mezi výtěžností semen u hodnocených vzorků matoliny existuje statisticky průkazný rozdíl. Vyšší výtěžnost semen u modrých odrůd je zřejmě způsoben technologií zpracování hroznů. Při nakvácení rmutu dochází k částečnému rozkladu slupek, při současném uvolnění semen.

Z hlediska efektivity separace jsou rovněž přijatelné ztráty semen, které během separace nebyly odděleny z matoliny a odchází společně s ní jako nadsítná frakce. Podle MARSHALLA *et al.* (2012) představují hlavní ztráty semena, která zůstávají po vylisování pevně uzavřena uvnitř slupek, nebo jsou k jejich povrchu vázána adhezivními silami. Za přijatelné lze podle jeho výsledků považovat ztráty semen až na úrovni 20–30 %.

DĚDINA a kol. (2013) uvádí, že průchodnost semen při lisování hroznového oleje lze aktivně ovlivnit jejich čistotou. Z tohoto důvodu je důležité semena před vstupem do lisovacího zařízení zbavit zejména drobných nečistot, drobných zbytků slupek, nevyvinutých jader apod. Tyto drobné částice mohou tvořit až 20 % celkového objemu mechanicky odseparovaných semen a jsou příčinou ucpávání lisovací hlavy.

Z výsledků kalorimetrických měření vyplývá, že z hlediska výhřevnosti je u Semen dosahováno nejvyšší výhřevnosti ze všech zkoušených variant. Průměrné hodnoty u sledovaných odrůd odebraných u spolupracujících subjektů z obce Němčičky po dobu tří let (2013–2015) byly v rozmezí 18,61–19,84 MJ.kg⁻¹. U zkoumaných odrůd v letech 2014–2015 z různých lokalit jižní Moravy se hodnoty výhřevnosti pohybovaly v rozmezí 21,14–19,81 MJ.kg⁻¹. Celková průměrná výhřevnost zkoumané varianty Semena byla 19,98 MJ.kg⁻¹. Tento jev lze vysvětlit obsahem energeticky hodnotnějších složek (oleje) v semenech. Obsah oleje v semenech révy i obsah bioaktivních látek v celých hroznech jsou odrůdově specifické znaky, které závisejí i na podmínkách prostředí (RUBIO *et al.*, 2009). Pro běžně pěstované odrůdy révy v ČR nejsou tato data zatím dostupná. Dle literárních dat se zastoupení oleje v semenech pohybuje mezi 5–20 % z jejich suché hmotnosti OHNISHI *et al.* (1990), BAYDAR, AKKURT (2001), BAYDAR *et al.* (2007). Z hlediska praktického uplatnění však nelze předpokládat možnost využití semen révy k energetickým účelům (BEWLEY, 2006). Také BERNDES *et al.* (2003) uvádí, že hodnotu výhřevnosti rostlinných surovin může zvýšit obsah energeticky hodnotnějších složek, jako například pryskyřice nebo oleje. LESTANDER (2012) uvádí výhřevnost u dřevní pelety 18,5 MJ.kg⁻¹, rostlinné pelety 16 MJ.kg⁻¹, obilí 18 MJ.kg⁻¹ a pokruty 14,2 MJ.kg⁻¹.

Následující analyzovanou variantou u kalorimetrického měření byly Matoliny v původním stavu, u kterých se hodnoty výhřevnosti pohybovaly mezi 16,46–17,29 MJ.kg⁻¹ (lokalita Němčičky) a 15,92–18,77 MJ.kg⁻¹ (lokality z jižní Moravy). Celková průměrná výhřevnost obou kategorií činila 17,23 MJ.kg⁻¹. Poslední variantu představovaly Matoliny po odseparování semen, které měly hodnoty výhřevnosti v rozmezí 17,08–16,07 MJ.kg⁻¹ (lokalita Němčičky) a 17,88–14,71 MJ.kg⁻¹ (lokality z jižní Moravy). Celková průměrná výhřevnost pro obě kategorie tedy činila 16,57 MJ.kg⁻¹.

SOUČEK *et al.* (2007) se zabýval hodnocením výhřevnosti dalšího odpadního produktu z vinohradnické produkce, kterým je réví získané ze zimního řezu vinic s vlhkostí pod 10 %. Nejvyšší hodnoty výhřevnosti stanovil u réví z odrůdy Frankovka (16,66 MJ.kg⁻¹), Modrý Portugal (16,64 MJ.kg⁻¹) a Muškát moravský (16,39 MJ.kg⁻¹). Výhřevností odpadního dřeva z ovocných výsadby se zabýval např. HERZÁN (1993), který uvádí hodnoty výhřevnosti při 20 % vlhkosti u dřeva z jabloní 13,6 MJ.kg⁻¹, pro dřevo z meruněk 13,92 MJ.kg⁻¹. U réví je hodnota výhřevnosti 13,65 MJ.kg⁻¹ (BURG, ZEMÁNEK, 2008).

Výhřevností různých druhů listnatých a jehličnatých dřevin se zabýval PASTOREK, KÁRA (2006) a MAGA (2008). Podle těchto autorů se hodnota spalného tepla sušiny rostlinných lignocelulozových surovin liší velmi málo a pohybuje se na úrovni 17,5 až 19,0 MJ.kg⁻¹.

Možností využít matoliny jako krmivo pro skot v Austrálii zkoumal GREENWOOD *et al.* (2012) a STEVENS, VERHÉ (2004). Dobytek měl o 10 % nižší produkci metanu a obsah antioxidantů v mléce byl padesátkrát vyšší než u běžného mléka.

S uplatněním matoliny je možné kalkulovat, také v rámci extrakce polyfenolů z modrých odrůd révy vinné za pomoci pulzního ohřevu (NAGARAJ *et al.*, 2013).

Výsledné hodnoty spalného tepla a výhřevnosti naznačují, že z hlediska energetického využití představují matoliny zajímavou surovinu. Z praktického hlediska představuje hlavní problém vysoký obsah vody, který přispívá rychlému rozvoji plísní a nastartování biodegradabilních procesů. Při řešení otázek praktického využití by bylo vedle

vlhkosti nutné řešit okruh dalších problémů spojených s koncentrací pěstitelských ploch, rozmístěním zpracovatelských provozů, logistickými problémy a skladovacími kapacitami apod.

Zahraniční studie prováděné např. v SRN, Itálii (BORDIGA, 2015), Rumunsku aj., naznačují, že matolinu lze využívat po předcházejících úpravách pro energetické účely. Jedná se zejména o následující kroky:

Svoz matoliny od producentů do spalovny - cílem je snížení přepravních nákladů ve všech článcích logistických řetězců. Úvahy o dopravě matoliny předpokládají transport stejnorodého materiálu od producentů (vinařských provozů) se známým objemem produkce při daných nákladech nebo vzdálenostech do místa spotřeby (spalovna). Z výsledků analýz provedených na ÚZT vyplývá, že se průměrná vlhkost směsného vzorku matoliny z různých odrůd pohybuje na úrovni 67,5 % hmotn. Objemová hmotnost volně sypané matoliny dosahuje $457,83 \text{ kg.m}^{-3}$ u slisované matoliny až $632,7 \text{ kg.m}^{-3}$ (BURG, ZEMÁNEK, 2012).

Mechanická dehydratace matoliny – představuje technologický proces spojený se snižováním vlhkosti matoliny. Technicky se tato operace realizuje pomocí šnekových separátorů v kombinaci s válcovým sítem, kde lze dosáhnout snížení vlhkosti o 10–14 %. Oddělená kapalná složka může nalézt využití např. při výrobě bioplynu.

Sušení matoliny s využitím odpadního tepla – v současnosti jeden z neproblematičtějších procesů v rámci celé technologie, zejména z důvodu vysoké energetické náročnosti. Vlhkost matoliny pod úrovní 12 % má zásadní vliv na budoucí pevnost pelet.

Drcení vysušených matoliny, peletizace a chlazení pelet – pelety představují palivo válcovitého tvaru, o průměru 5–15 mm a délce 20–40 mm. Technologie peletizace je charakteristická současným vznikem několika výlisků (pelet). Pelety mají po průchodu lisovací maticí teplotu 90–105 °C a proto musí být co nejdříve zchlazeny. Chlazení pelet probíhá ve skladech s teplotou 20 °C a řízenou vlhkostí vzduchu. Až po vychladnutí získávají svou tvrdost a mechanickou odolnost.

Peletizace je náročná na kvalitu vstupní frakce, která musí být jemnější než při jiných metodách zhutňování. Existuje velké množství konstrukčních principů peletovacích strojů. Těm je podřízený také tvar matrice, která má velké množství otvorů, ve kterých se zhutňuje zpracováváný materiál. Tyto matrice mohou být buď válcové, kuželové nebo závitové. Většinou probíhá drcení v kladivových (tlukadlových) drtičích. Velikost suroviny využívané při výrobě pelet by měla být menší 1/5 průměru finálních pelet. Jemnější struktura suroviny zajistí vyšší kvalitu pelet, především se to odrazí na pojivost pelet. Ve světě jsou ověřovány také kombinace matoliny společně s dalšími druhy surovin pro výrobu pelet.

Uskladnění, dávkování pelet a jejich spalování – tyto operace tvoří společně závěr celého technologického procesu. Uskladnění probíhá zpravidla v krytých skladovacích kapacitách. Při jejich návrhu se vychází z požadavku na skladovaný objem, který by měl umožnit plynulé zásobování. Vlastní termodynamický typ cyklu je zabezpečován pomocí parního kotle a parní turbíny. Úvodní zahraniční studie rovněž naznačují příznivé emisní složení spalin vznikajících při spalování pelet z matoliny.

ANNAMALAI (1987) stanovil výhřevnost matoliny na úrovni $20,34 \text{ MJ.kg}^{-1}$. Např. MCCORMICK, KÅBERGER (2007), FREEPAAZ (2004) se zabývali problematikou energetického využití u dalších alternativních zdrojů energie. Z výsledků jejich prací vyplývá, že se výhřevnost pelet z rychle rostoucích dřevin pohybuje na úrovni kolem $18,5 \text{ MJ.kg}^{-1}$, u pelet z rostlinné biomasy na úrovni 16 MJ.kg^{-1} , u obilí 18 MJ.kg^{-1} a u pokrutin $14,2 \text{ MJ.kg}^{-1}$.

Z výsledků experimentální výroby pelet z různým zastoupením matoliny vyplývá, že pelety složené z 60% matoliny, 20% réví a 20% sena mají průměrnou hodnotu výhřevnosti $19,22 \text{ MJ.kg}^{-1}$. Druhou nejvyšší výhřevnost mají pelety složené z 50% matoliny, 25 % réví a

25 % sena, které dosáhly průměrné hodnoty $18,37 \text{ MJ.kg}^{-1}$. Nejnižší výhřevnost $17,36 \text{ MJ.kg}^{-1}$ mají pelety složené ze 40 % matoliny, 30 % réví a 30 % sena.

LARSSON (2012) uvádí, že významným parametrem pelet z hlediska jejich nároků na skladovací kapacity je sypná hmotnost, která se běžně pohybuje v rozmezí $550\text{--}750 \text{ kg.m}^{-3}$.

Otěr pelet by neměl přesáhnout 2,3% hmotn. a mechanická odolnost stanovená dle ČSN P CEN/TS 15210 by neměla být menší než 90 %. Podle normy ČSN EN 15210–2 Tuhá biopaliva – specifikace a třídy paliv – část 2: dřevní pelety pro maloodběratele je přípustná mechanická odolnost na úrovni 96,5 %. Z výsledků vyplývá, že této podmínce vyhovují právě pelety variant 1 a 2 vyrobené s podílem matoliny. BENETTO (2015) uvádí, že matoliny jsou zodpovědné za lepší soudržnost pelet, a také se zabraňují rozpadu materiálu v procesu lisování díky obsahu buničiny ve slupkách. MIRANDA (2012) uvádí, že se zvyšujícím se podílem matoliny v peletách klesá podíl popelu. Na druhé straně, pelety s vyšším zastoupením matoliny vykazují vyšší hodnoty fixního uhlíku (BALAMAN *et al.* 2015).

Např. PROZIL *et al.* (2012) prováděli stanovení výhřevnosti pelet z třepin hroznů. Z výsledku jeho měření vyplývá, že tyto pelety mají výhřevnost $16,7 \text{ MJ.kg}^{-1}$, což je hodnota nižší, než která byla získána u měkkého dřeva $18,2 \text{ MJ.kg}^{-1}$. VAN LOO, KOPPEJAN (2003) hodnotili výhřevnost pelet v závislosti na použité odpadní surovině. Výhřevnost stanovili u pelet z rašeliny na úrovni $20,3 \text{ MJ.kg}^{-1}$, z pšeničné slámy $17,23 \text{ MJ.kg}^{-1}$ a smrku $18,69 \text{ MJ.kg}^{-1}$.

Ekonomická analýza potvrdila, že lze s využitím některé z navržených technologií a zařízení pro jejich provedení zajistit účelnou a efektivní separaci semen z matolin pro jejich další využití lisování na olej. Návržnost investice zkoušených rovinných vibračních sít spolu se sušicím zařízením byla stanovena na 4 roky.

U výroby pelet pro energetické účely, byla zjištěna rentabilita pro různé úrovně dosušení zpracovávaného produktu. U matoliny s vlhkostí 20 % (varianta 1) byla návratnost 5,3 let. Cena výroby pelet s podílem matoliny (varianta 1) byla stanovena na $3,59 \text{ Kč.kg}^{-1}$. U pelet z matoliny (varianta 2) s vlhkostí 15 % byla návratnost propočtena na 6,7 let, při nákladech na výrobu pelet $3,92 \text{ Kč.kg}^{-1}$. Pro varianty 1 a 2 bylo počítáno s prodejní cenou pelet $5,50 \text{ Kč.kg}^{-1}$. Problematikou stanovení nákladů na výrobu pelet z odpadního réví se zabýval FIALA (2014), který uvádí hodnoty $1,82 \text{ Kč.kg}^{-1}$. LYČKA (2011) uvádí tržní cenu pelet $5,50 \text{ Kč.kg}^{-1}$, STUPAVSKÝ (2016) uvádí cenu pelet v rozmezí $4,33\text{--}7,35 \text{ Kč.kg}^{-1}$. Ekonomikou využívání zbytkové biomasy se zabýval ABRHAM *et al.* (2004), který uvádí jako ekonomicky přívětivější víceleté energetické plodiny. Této definici odpovídají i matoliny se svou stálou každoroční produkcí.

Z dosavadních výsledků a předběžných výpočtů vyplývá, že pro zabezpečení vytápění objektu vinařství nebo rodinného domu s topným výkonem kotle 20 kW, je potřebná minimální plocha vinice 12,5 ha při předpokládaném výnosu hroznů $8,0 \text{ t.ha}^{-1}$ a při uvažované střední výhřevnosti pelet 16 MJ.kg^{-1} .

7 ZÁVĚR

V ČR se stále silněji projevují snahy o využívání technologií, které výrazně snižují produkci odpadů a tím i náklady na jejich likvidaci. V oblasti zpracování hroznů a výroby vína je to patrné zejména u středních nebo velkých vinařských provozů, které hledají nové možnosti využití i takových zbytkových produktů jako je matoliny. Vedle kompostování matoliny se i u nás projevují snahy, které, po vzoru vyspělých vinařských zemí, usilují o zvládnutí technologie zpracování matoliny pro výrobu oleje ze semen révy vinné. Tyto snahy však dosud narážejí na omezené technické možnosti pro sestavení výrobní linky k separaci, sušení lisování oleje ze semen. Důvodem je i skutečnost, že problematika technických řešení separace semen a souvisejících návrhů technologických linek na výrobu oleje ze semen révy vinné nebyla dosud v podmínkách ČR řešena. V disertační práci jsou uvedeny výsledky separace semen révy vinné různých vzorků matoliny, které byly prováděny na prototypu síťového separátoru vyvinutého ve spolupráci Ústavu zahradnické techniky MENDELU v Brně. Získané výsledky naznačují, že se účinnost separace na tomto zařízení je v průměru 82,2%, při současném zajištění vysoké čistoty semen, což odpovídá vysokým požadavkům na jejich další zpracování. V letech 2013 až 2015 byly provedeny kalorimetrická měření u matoliny získané z moštových odrůd révy vinné, které pocházely z různých lokalit jižní Moravy. Následně byly rozděleny na tři varianty. První varianta matoliny v původním stavu ($17,23 \text{ MJ.kg}^{-1}$), matoliny po odseparování semen ($16,57 \text{ MJ.kg}^{-1}$) a poslední semena ($19,98 \text{ MJ.kg}^{-1}$). Výsledné hodnoty výhřevnosti naznačují, že z hlediska energetického využití představují matoliny zajímavou surovinou.

Z praktického hlediska představuje hlavní problém vysoký obsah vody, který přispívá rychlému rozvoji plísní a nastartování biodegradabilních procesů. Při řešení otázek praktického využití by bylo nutné řešit efektivního a ekonomického vysoušení materiálu a také případnou separaci.

Další možností uplatnění matoliny v praxi je výroba pelet. Při plánování této technologické operace je nutné dořešení okruhu dalších problémů spojených s koncentrací pěstitelských ploch, rozmístěný zpracovatelských provozů, logistickými problémy, skladovacími kapacitami a hlavně s vlhkostí této suroviny. Z modelové situace řešené v této práci pro dvě varianty výroby pelet vyplývají tyto skutečnosti:

Při sušení matoliny na vlhkost 20% a prodejní ceně $5,50 \text{ Kč.kg}^{-1}$ pelet, nákladu na výrobu $3,59 \text{ Kč.kg}^{-1}$ je čistý zisk 1,91 Kč za kilogram pelet. Při roční provozu je návratnost celé investice 5,3 let.

Při sušení matoliny na vlhkost 15% vlhkost, prodejní ceně $5,50 \text{ Kč.kg}^{-1}$, nákladu na výrobu $3,92 \text{ Kč.kg}^{-1}$ je čistý zisk 1,58 Kč za kilogram pelet. Při roční provozu je návratnost celé investice 6,7 let.

Ceny pelet kvality ENplus A1 u kterých se ceny pohybují dle výrobce a sezóny v rozmezí od $4,40\text{--}7,30 \text{ Kč.kg}^{-1}$ představují pelety s podílem matoliny a ceně $5,50 \text{ Kč.kg}^{-1}$ zajímavou komoditu pro energetické účely.

Největším potenciálním problémem obou výše popsaných postupů využití matoliny je vysoká vlhkost a s ní spojené nároky na její rychlé zpracování a nutnost sušení.

Doporučení pro provozní praxi:

Separace

- Separace semen z matoliny je možná, musí však navazovat bezprostředně na zpracování (lisování) hroznů, v opačném případě hrozí plesnivění a znehodnocení produktu.
- Rovinná síta představují zařízení vhodná pro separaci semen i ve středním vinařském podniku, důvodem je vysoká účinnost a čistota produktu.

- Z pohledu investičních nákladů se jedná o cenově dostupné zařízení, které je možné vyrábět v mobilním i stacionárním provedení. Provozní náklady jsou relativně malé (významnější položku tvoří vedle běžné údržby cena elektrické energie).
- Mezi odrůdami existují rozdíly (bílé x modré moštové odrůdy), největší výtěžnost semen byla zjištěna u odrůdy Veltlínské zelené 49,71 %, následovala odrůda Merlot (49,17 %) a Cabernet Moravia (48,09 %).
- Celkově vyšší výtěžnost lze zajistit při zpracování matoliny z modrých odrůd. Důvodem je rozklad slupek během fermentačního procesu.
- Přílnavost semen ke slupkám může vést ke značným ztrátám semen během separace. Vhodnější je matoliny z pneumatického lisu ještě dolisovat na mechanickém nebo hydraulickém lisu, což zapříčiní snížení vlhkosti (význam z pohledu separace i v případě energetiky). Následně je nutné před vlastní separací zabezpečit intenzivní rozdužení matoliny.

Energetika

- Využití matoliny pro energetické účely je možné pouze při snížení vlhkosti na 15–20 %.
- Nejvyšší průměrná výhřevnost byla stanovena u varianty semena ($19,98 \text{ MJ.kg}^{-1}$). V praxi však s tímto využitím nelze počítat (malé množství, vysoké náklady na odseparování aj.).
- Nejvyšší výhřevnost u matoliny v původním stavu byla změřena u odrůd Rulandské modré ($18,77 \text{ MJ.kg}^{-1}$), Cabernet Moravia ($18,76 \text{ MJ.kg}^{-1}$), Tramín červený ($18,75 \text{ MJ.kg}^{-1}$).
- Nejvyšší výhřevnost u matoliny po odseparování semen byla u odrůd Veltlínské zelené ($17,88 \text{ MJ.kg}^{-1}$), Ryzlink vlašský ($17,58 \text{ MJ.kg}^{-1}$), Cabernet Moravia ($17,49 \text{ MJ.kg}^{-1}$).
- Nejlepší výsledky dosahovala varianta skladby surovin při výrobě je pelet se zastoupením 60% matoliny, 20% réví a 20% slámy.
- V ČR lze s ohledem na rozmístění vinařských obcí a jednotlivých provozů reálně řešit problematiku logistiky svozu matoliny (doprava na místo zpracování v potřebném množství a čase).
- Praktické využití matoliny pro energetické účely naráží navíc na požadavky skladovacích kapacit (hangáry, lehké přístřešky), z hlediska nákladovosti celé technologie sehrává významnou roli také problematika snížení vlhkosti matoliny (dosoušení představuje další vstupní energii).
- Jistým řešením je využití odpadního tepla z bioplynových stanic, chladících zařízeních moštu ve vinařských provozech na dosoušení matoliny.
- Z hlediska zpracovávaného množství nelze v praxi uvažovat s produkcí veškeré matoliny pro energetické účely, jelikož se nabízí jiné alternativy např. výroba destilátu, kompostu, vermikompostu, krmiv aj.
- Výsledky práce ukazují, že vinařství s produkční plochou vinic kolem 12 ha, může výrobou pelet z vlastní produkce matolin celoročně pokrýt potřebu paliva pro vytápění objektu kotlem o topném výkonu 20 kW.

Výsledky potvrdily hypotézu, že výhřevnost pelet je závislá na jejich kvalitě a složení. Výhřevnost společně s dalšími hodnocenými parametry vykazují dobré charakteristiky pro jejich použití při spalovacích procesech. Získané výsledky ukazují, že s přihlédnutím k analyzovaným parametrům, se může jednat o zajímavou komoditu pro spalování.

8 POUŽITÁ LITERATURA

1. ABRHAM Z., KOVÁŘOVÁ M., KUNCOVÁ T., 2004: *Ekonomika a konkurenceschopnost biopaliv*. Biom.cz (online). Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomika-a-konkurenceschopnost-biopaliv>. ISSN: 1801-2655
2. AGGARWAL B. B., SHISHODIA S., 2005: *Resveratrol in Health and Disease*. 2nd. Hoboken: CRC Press. ISBN 9781420026474.
3. ALLEN J., BROWNE M., HUNTER A., BOYD J., PALMER H., 1998: *Logistics management and costs of biomass fuel supply*. Int. J. Phys. Distr. Log. Manage. 28, 463–477.
4. ANASTASIADI M., PRATSINIS H., KLETSAS D., SKALTSOUNIS A-L., 2010: *Bioactive non-coloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: Evaluation of the antioxidant activities of their extracts*. Food Research International, 43: 805–810
5. ANNAMALAI K. et al., 1987: *Estimation of gross heating values of biomass fuels*. Transaction of the Asae. Vol. 30 No. 4, pp. 1205–1208
6. BALAMAN Ş. Y., SELIM H., 2015: *Biomass to Energy Supply Chain Network Design: An Overview of Models, Solution Approaches and Applications*. In Handbook of Bioenergy (pp. 1-35). Springer International Publishing.
7. BATIONO A., 2007: *Advances in integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: challenges and opportunities*. 1. Ed. Berlin: Springer. ISBN 9781402057601
8. BAYDAR N. G., AKKURT M., 2001: Oil content and oil quality properties of some grape seeds. Turkish Journal of Agriculture & Forestry, 25: 163–168. ISSN 1303-6173.
9. BAYDAR N. G., ÖZKAN G., ÇETIN E. S., 2007: *Characterization of grape seed and pomace oil extracts*. Grasasy aceites, 58: 29–33
10. BENDA V., 2012: *Obnovitelné zdroje energie*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2012, 208 s. ISBN 9788086726489.
11. BENETTO E. J. C., KNEIP G., VÁZQUEZ-ROWE I., HUCK V., MINETTE, F., 2015: *Life cycle assessment of heat production from grape marc pellets*. Journal of Cleaner Production, 87, 149-158.
12. BERNDES G., HOOGWJK M., VAN DEN BROEK, R., 2003. The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. Biomass Bioenergy 25(1), 1–28.
13. BEWLEY J., BLACK M., HALMER P., 2006: *The encyclopedia of seeds: science, technology and uses*. 2nd. Cambridge, MA: CABI, XIII, 828 p., [16] p. of plates. ISBN 9780851997230.
14. BOARD N., 2004: *The complete technology book on vermiculture and vermicompost*. 1st. ed., Delhi: National Institute of Industrial Research. ISBN 9788186623817.
15. BORDIGA M., 2015: *Valorization of Wine Making By-Products*. 1st. Navara, Italy: CRC Press. ISBN 1482255340.
16. BOUDIN O., 2012: *Grappa*. 1st. New York: Stockholm Text. ISBN 9789187173127.
17. BROWN CH. E. 2002: *World energy resources International Geohydroscience and Energy Research Institute*. 1. Berlin: Springer. ISBN 9783642563423.
18. BROWN R. C., 2011. *Thermochemical processing of biomass conversion into fuels, chemicals and power*. Chichester, West Sussex, U.K: John Wiley, ISBN 11-199-9099-8.
19. BURG P., 2014: *Studium biologicky aktivních látek v semenech a letorostech révy vinné a možnosti získávání oleje ze semen: The study of biologically active compounds in grapevine seeds and annual shoots and possibilities obtaining oil from the seeds : původní vědecká práce*. 1st ed. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 93 s. Folia

- Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. ISBN 9788075091659.
20. BURG P., LUDÍN D., 2014: Verification of the effectiveness of planar vibrating separator during separation of grapevine seeds for oil pressing. Contemporary Agricultural Engineering: naučni časopis za poljoprivrednu tehniku. 2014. sv. 40, č. 1, s. 1–8. ISSN 0354–7353.
 21. BURG P., ZEMÁNEK P., 2008: Možnosti využití réví z vinic pro energetické účely. Vinařský obzor č. 10, ročník 101. s. 457–459. ISSN 1212–7884
 22. BURG P., ZEMÁNEK P., 2012: Možnosti využití matolin z vinařské produkce. Vinařský obzor 5, 2012, s: 258–259
 23. BURG P., ZEMÁNEK P., JELÍNEK A., DĚDINA M. SKÁLA O., 2013: *Separace semen révy vinné z matolin*. Uplatněná certifikovaná metodika. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Ediční středisko. 26 s. 1. vyd. ISBN 978-80-7375-925-4.
 24. BURLANDO B., CORNARA L., BOTTINI - MASSA E., 2010: *Herbal Principles in Cosmetics Properties and Mechanisms of Action*. 1st ed. Hoboken: CRC Press, ISBN 9781439812143.
 25. COUPER J. R., 2012: *Chemical process equipment selection and design*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier/Butterworth–Heinemann, ISBN 9780123972361.
 26. ČSN 44 1352 *Tuhá paliva-stanovení spalného tepla a výpočet výhřevnosti*
 27. ČSN 46 5735. *Průmyslové komposty*. 1.6.1991. Praha: Vydavatelství norem, 1991.
 28. ČSN EN 14346:2007 *Charakterizace odpadů-Výpočet sušiny a obsahu vody*
 29. ČSN ISO 1928:1999 *Tuhá paliva-stanovení spalného tepla kalorimetrickou metodou v tlakové nádobě a výpočet výhřevnosti*
 30. ČSN P CEN/TS 14918: *Tuhá biopaliva - Metoda stanovení spalného tepla a výhřevnosti*. 2. Praha: Český normalizační institut, 2005.
 31. ČSN P CEN/TS 14778-2: *Metody vzorkování sypkého materiálu přepravovaného nákladními auty*
 32. ČSN P CEN/TS 15103: *Tuhá biopaliva - Metody stanovení sypné hmotnosti*
 33. DEANGELIS D., GROSS L. J., 1992: *Individual-based models and approaches in ecology: populations, communities, and ecosystems. 1*. New York: Chapman & Hall, XIX, 525 p. ISBN 041203171x.
 34. DĚDINA M., 2010: *Separace vinných jader v laboratorních podmínkách*. In: 111B107 NAZV, Výzkum získávání a využití biologicky aktivních látek (BAL) ze semen vinných hroznů pro zlepšení metabolismu hospodářských zvířat jako podklad pro návrh nejlepší dostupné techniky (BAT), [Periodická zpráva], VÚRV, v.v.i. Praha, Praha, s: 12-13
 35. EL BASSAM N., 2010: *Handbook of bioenergy crops: a complete reference to species, development and applications*. 1. Washington: Earthscan, XXVII, 516 p. ISBN 184407854x.
 36. EL BOUSHY A.H., VAN DER POEL A.F.B., 2000: *Handbook of Poultry Feed from Waste Processing and Use*. Second edition. Dordrecht: Springer Netherlands. ISBN 9789401717502.
 37. EPSTEIN E., 1997: *The science of composting*. Lancaster, Pa.: Technomic Pub. Co., c1997, XV, 487 p. ISBN 1566764785.
 38. ERDOGDU F., 2009: *Optimization in food engineering*. 3rd. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978142006142
 39. FIORI L., FLORIO L., 2010: *Gasification and Combustion of Grape Marc: Comparison Among Different Scenarios, Waste and Biomass Valorization*, Volume 1, Issue 2, pp 191–200, ISSN 1877–2641, University of Trento, DICA, Via Mesiano 77, 38123, Trento, Italy

40. FIALA T., 2014. *Hodnocení mechanizačních prostředků při sběru a zpracování odpadního réví z vinic pro energetické účely*. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici. Vedoucí práce Doc. Ing. Patrik Burg, Ph.D.
41. FREPPAZ D., MINCIARDI R., ROBBA M., ROVATTI M., SACILE R., TARAMASSO A., 2004: *Optimizing forest biomass exploitation for energy supply at a regional level*. Biomass Bioenergy 26 (1), 15–25.
42. GALANAKIS CH. M., 2015: *Food Waste Recovery: Processing Technologies and Industrial Techniques*. 1st. Greece: Academic Press. ISBN 9780128004197.
43. GERSHUNY G., 2011: *Compost, Vermicompost and Compost Tea: Feeding the Soil on the Organic Farm: Organic Principles and Practices Handbook Series*. 2nd. London: Chelsea Green Publishing. ISBN 9781603583480.
44. GREENWOOD, EDWARDS G. R., HARRISON R., 2012: *Short communication: Supplementing grape marc to cows fed a pasture-based diet as a method to alter nitrogen partitioning and excretion*
45. HAMELINCK C. N., SUURS R. A. A., FAAIJ A. P. C., 2005: *International bioenergy transport costs and energy balance*. Biomass Bioenergy 29 (2), 114–134.
46. HAUG R. T, 1993: *The practical handbook of compost engineering*. Boca Raton: Lewis Publishers, 717 p. ISBN 0873713737.
47. HEMINGWAY R. H., LAKS P. E., 1992: *Plant Polyphenols Synthesis, Properties, Significance*. 2nd. Boston, MA: Springer US. ISBN 9781461534761.
48. HERNÂNI G. M., 2012: *The biochemistry of the grape berry*. 1. Sharjah, U.A.E: Bentham Science, 2012. ISBN 9781608053605.
49. HERTRAMPF J. W., PASCUAL F., 2000: *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds*. London. Dordrecht: Springer Netherlands, ISBN 9789401140188.
50. HERZÁN, Z., 1987: *Využití dřevního odpadu v zahradnické výrobě pro energetické účely*. Diplomová práce. Brno: ZF VŠZ Brno, 77 s.
51. HUA T. CH., LIU B. L., ZHANG H., 2010: *Freeze-drying of pharmaceutical and food products*. 2nd. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. ISBN 9781845697471.
52. HUGH J., 1999: *Der große Johnson. Die Enzyklopädie der Weine*. Hallwag, Bern, 13. Auflage. ISBN 3-444-10590-8
53. INNES J. L., MARTIN B., VERSTRAETE M. M., 2000: *Biomass burning and its inter-relationships with the climate system*. Boston: Kluwer Academic Publishers, X, 358 p. Advances in global change research, v. 3. ISBN 9048153751.
54. KALLIOPI A., ROUBELAKIS-ANGELAKIS, 2009: *Grapevine molecular physiology & biotechnology*. 2nd ed. Dordrecht: Springer. ISBN 9789048123056.
55. KOBAYASHI S., RITTER H., KAPLAN D., 2006: *Enzyme-catalyzed synthesis of polymers*. 1st. New York: Springer, x, 254 p. ISBN 3540292128.
56. KOIZUMI M., NISHIHARA M., 1991: *Isostatic pressing: technology and applications*. 3rd ed. New York: Elsevier Applied Science, XV, 389 p. ISBN 185166596x.
57. KLASS D. L. 1998: *Biomass for renewable energy, fuels, and chemicals*. San Diego: Academic Press, c1998, xv, 651 p. ISBN 0124109500.
58. KRATOCHVIL F., 2013: *1000 a 111 pojmů o víně, révě vinné a vinařství, aneb, Breviř enofila*. Vyd. 1. Mikulov: Moravín, svaz moravských vinařů, 2013, 342 s. ISBN 9788026051237.
59. KRAUS V., HUBÁČEK V., ACKERMANN P., 2010: *Rukověť vinaře*. 3. vyd. Praha: Brázda, 2010, 267 s., [12] s. barev. Obr.příl. ISBN 9788020903785.
60. KULP K., PONTE J. G., 2000: *Handbook of cereal science and technology*. 2nd ed., rev. and expanded. New York: Marcel Dekker, IX, 790 p. Food science and technology (Marcel Dekker, Inc.), v. 99. ISBN 0824782941.

61. LARSSON S. H., RUDOLFFSSON M., 2012. Temperature control in energy grass pellet production—Effects on process stability and pellet quality. *Applied Energy*, 97, 24-29.
62. LEE K. T., OFORI-BOATENG C., 2013: *Sustainability of biofuel production from oil palm biomass*. 1st ed. Singapore: Springer, ISBN 9789814451703
63. LEMPEREUR V., PENAVAYRE S., AURAND J. M., 2014: *Grape marc, wine lees and deposit of the must: How to manage oenological by-products? BIO Web of Conferences*. 3, 01011-. DOI: 10.1051/bioconf/20140301011. ISSN 2117-4458. Dostupné také z: <http://www.bio-conferences.org/10.1051/bioconf/20140301011>.
64. LESTANDER, T. A., FINELL M., SAMUELSSON R., ARSHADI M., & THYREL, M., 2012: *Industrial scale biofuel pellet production from blends of unbarked softwood and hardwood stems—the effects of raw material composition and moisture content on pellet quality*. *Fuel Processing Technology*, 95, 73–77.
65. LUDÍN D., 2012: *Použití destilátů v technologii vín*. Lednice, 2012. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici. Vedoucí práce Ing. Jan Stávek.
66. LUDÍN D., BURG, P., 2014: Hodnocení síťového separátoru při separaci semen u matoliny z různých odrůd révy vinné. *Nové trendy v návrhu a využití strojů v agropotravinářském komplexu a odpadovém hospodářství*. 1. vyd. Praha: Culs, 2014, s. 198–202. ISSN 1802– 2391
67. LUDÍN D., BURG, P., ZEMÁNEK P., 2014: Hodnocení výhřevnosti matolin. *Vinař–sadař*. 2014. č. 6, s. 10–12. ISSN 1804–3054.
68. LYČKA Z., 2016: *Plyn versus pelety*. energie.tzb-info.cz [online]. Dostupné z WWW: <http://energie.tzb-info.cz/peletky/7428-plynversus-pelety>. ISSN: 1801-4399
69. MACHEIX J. J., FLEURIET A., BILLOT J., 1990: *Fruit phenolics*. 1st ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 378 p. ISBN 0849349680.
70. MAGA J. a kol., 2008: *Komplexný model využitia biomasy na energetické účely*. Nitra: SPÚ v Nitře, 1. vydání. 183 s. ISBN 978–80–552–0029–3
71. MAHESHWARI D. K., 2014: *Composting for Sustainable Agriculture: Sustainable Development and Biodiversity*. 1st. London: Springer, ISBN 3319080040
72. MARSHALL J. CH., RIPPER CH. S., ROMBOLA R. A., 2012: A separator for separating grape seeds from grape marc waste. Australian patent AU2006252259
73. MCCORMICK K., KÅBERGER T., 2007: *Key barriers for bioenergy in Europe: economic conditions, know-how and institutional capacity, and supply chain coordination*. *Biomass Bioenergy* 31 (7), 443–452
74. MESKIN M. S., BIDLACK W. R., DAVIES A. J., OMAJE S. T., 2002: *Phytochemicals in nutrition and health*. 1st. Boca Raton: CRC Press, 2002. ISBN 9781420031690.
75. MIRANDA T., ROMÁN S., MONTERO I., NOGALES-DELGADO S., ARRANZ J. I., ROJAS, C. V., & GONZÁLEZ, J. F., 2012: *Study of the emissions and kinetic parameters during combustion of grape pomace: Dilution as an effective way to reduce pollution*. *Fuel Processing Technology*, 103, 160-165.
76. MOUSDALE D. M., 2008: *Biofuels Biotechnology, Chemistry, and Sustainable Development*. 2nd ed. Hoboken: Taylor & Francis Ltd, ISBN 1420051253.
77. MULLINS M. G, BOUQUET A., a WILLIAMS L. E. 1992: *Biology of the grapevine*. 1st. New York: Cambridge University Press, XI, 239 p. ISBN 0521305071
78. NAGARAJ G., 2009: *Oilseeds: properties, processing, products and procedures*. 1st ed. New Delhi: New India Pub. Agency, ISBN 9788190723756
79. NIRMAL S., SIDHU J., BARTA J., WU J., CANO M.P., 2006: *Handbook of Fruits and Fruit Processing Science and Technology*. 1. Hoboken: John Wiley & Sons, ISBN 0470276487.

80. NIGAM P. S., PANDEY A., 2009: *Biotechnology for agro-industrial residues utilisation: utilisation of agro-residues*. 2nd. Netherlands: Springer, XVII, 466 p. ISBN 9781402099427.
81. NOLAN I., 2000. *Review of Organic wastes in South Australia*". Environment Protection Agency, SA,
82. OHNISHI M., HIROSH S., KAWAGUCHI M., ITO S., FUJINO Y. 1990: *Chemical composition of lipids, especially triacylglycerol, in grape seeds*. Agric. Biol. Chem, 54: 1035-1042
83. OIV, 2009. *Internationaler Kodex der önologischen Praxis*, 2nd Ed. 160
84. OIV, 2015: *The International Organisation of Vine and Wine* [online]. OIV 18 rue d'Aguesseau 75008 Paris France: OIV, 2015, 17.11.2015 [cit. 2015–11–17]. Dostupné z: <http://www.oiv.int/>
85. OWENS B., DIKTY A., 2009: *The art of distilling whiskey and other spirits an enthusiast's guide to the artisan distilling of potent potables*. 1st. Beverly, Mass: Quarry Books, ISBN 9781616735555.
86. PASTOREK Z., KÁRA J., JEVIČ P., 2004: *Biomasa obnovitelný zdroj energie: obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC PUBLIS s.r.o., 288 s. ISBN 80–86534–06–5.
87. PAVLOUŠEK P., 2011: *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví*. 1. Praha: Grada, 333 s. ISBN 9788024733142
88. PLÍVA P., JELÍNEK A. 1999: *Vinný olej – žádaná surovina na trhu*. Agromagazín, 3/1: 21–23. I S SN 1 214 - 0 6 43
89. POLLEX A., ZENG T., 2012. *Market implementation of alternative and mixed biomass pellets in Europe: Summary of the MixBioPells project results – Final publishable report*. Leipzig: Deutsches Biomasseforschungszentrum, FCC Public, 2006. 270 s. 1. vydání. ISBN 80–86534–0605
90. PIGGOTT J., 2012: *Alcoholic beverages: sensory evaluation and consumer research*. 2nd. Philadelphia: Woodhead Pub., XXVIII, 491 p. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition, no. 225. ISBN 9780857095176.
91. PROZIL S. O., EVTUGUIN D. V., LOPES L. P. C. 2012: *Chemical composition of grape stalks of Vitis vinifera L. from red grape pomaces*. Industrial Crops and Products, 2012, 35(1): p. 178-184.
92. RAZAVI M. A. SEYED., FATHI M., 2009: Moisture-Dependent Physical Properties of Grape (*Vitis vinifera* L.) Seed. *Philippine Agricultural Scientist*, **92**(2), 201-2012. ISSN 0031-7454.
93. ROBINSON W. D. 1986: *The Solid waste handbook: a practical guide*. 1st ed. New York: Wiley, XXVII, 811 p. ISBN 0471877115.
94. RODRÍGUEZ-PULIDO F. J., GÓMEZ-ROBLEDO L., MELGOSA M., GORDILLO B., GONZÁLEZ-MIRET M. L., HEREDIA F. J., 2012: *Ripeness estimation of grape berries and seeds by image analysis*. Computers and Electronics in Agriculture, 82(2), 128-133. DOI: 10.1016/j.compag.2012.01.004. ISSN 0168-1699.
95. RUBIO M., ÁLVAREZ M., PARDO J. E., 2009: *A review on the utilization of grape seed oil as an alternative to conventional edible vegetable oils*. La rivista italiana delle sostanze grasse, 84: 121–129
96. RIVAS E. O., JULIANO P., HONG Y., 2012: *Food powders physical properties, processing, and functionality*. 1st. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, ISBN 9780387276137.
97. SALUNKHE D., KADAM S., 1995: *Handbook of fruit science and technology: production, composition, storage, and processing*. 1. New York: M. Dekker, XII, 611 p. Food science and technology (Marcel Dekker, Inc.), 70. ISBN 0824796438.

98. SARAVACOS G. D., KOSTAROPOULOSSIOS A. E., 2002: *Handbook of Food Processing Equipment*. 2nd ed. Boston, MA: Springer US, ISBN 9781461507253.
99. SCHIEBER A., MÜLLER D., RÖHRIG G., CARLE R., 2002: Effects of grape cultivar and processing on the quality of cold-pressed grape seed oils. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 52 , pp. 29–33
100. SOUČEK J., BURG P., KROULÍK M., 2007: *Dřevo z ovocných výsadeb jako potenciální zdroj energie*. Mezinárodní konference Strom a květina-součást života. Průhonice 4.–5. 9. 2007 s. 181–183. Průhonice: VÚKOZ, v.v.i. ISBN 978–80–85116–52–6
101. STEINBERG CH., 2003: *Ecology of Humic Substances in Freshwaters Determinants from Geochemistry to Ecological Niches*. 1st. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, ISBN 9783662068151.
102. STEVENS CH., VERHÉ R., 2004. *Renewable Bioresources: Scope and Modification for Non-Food Applications*. London: John Wiley & Sons, ISBN 9780470021040.
103. STOFFELLA P. J., a KAHN B. A., 2001: *Compost Utilization In Horticultural Cropping Systems*. 1st. Hoboken: CRC Press, ISBN 9781420026221
104. STUPAVSKÝ, V., 2016. *Ceník pelet 2016: Ceny paliv a energií*. TZB INFO [online]. 2016, , 1 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energi/43-prehled-cen-pelet>
105. SUN D. W., 2012: *Thermal food processing new technologies and quality issues*. 2nd ed. Hoboken: CRC Press, ISBN 9781439876794.
106. ŠAMŠULA J., 2005: *Vužití réвовého vína na výrobu destilátů*. Diplomová práce. Lednice: MZLU Brno,
107. ŠAMŠULA J., STÁVEK J., 2003: *Destiláty z hroznů a vína*. *Vinařský obzor* 6/2003, strana 273–274
108. THEK G., OBERNBERGE I., 2010: *The pellet handbook the production and thermal utilisation of pellets*. 2nd. London, UK: Earthscan, ISBN 9781136539916.
109. VACLAVIK V. A., CHRISTIAN E. W., 2008: *Essentials in food science*. 3rd ed. New York, NY: Springer, ISBN 9780387699400
110. VAN LOO S., KOPPEJAN J., 2003: *Handbook of Biomass Combustion and Co Firing*; Twente automatic wood furnace. 1512 *Energy & Fuels*, Vol. 17, No. 6.
111. VOGT G., 2001: *The Effects of Grape Seed Extract*. *Trends in Plant Science* 2000; 6:380–386.
112. YAMAKOSHI J., SAITO M., KATAOKA S., TOKUTAKE, S., 2002: Procyanidin-rich extract from grape seeds prevents cataract formation in hereditary cataractous (ICR/f) rats, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 , pp. 4983–4988
113. ZEMÁNEK P., 2001: *Využití technických prostředků při kompostování zbytkové biomasy*, Habilitační práce, Zahradnická fakulta MZLU Brno, červen, 231s.

9 ODBORNÝ ŽIVOTOPIS

Jméno, příjmení, titul: Ing. David Ludín

Datum a místo narození: 8.9.1985, Hustopeče

Vzdělání:

2012 – 2016 doktorský studijní program prezenční formy Zahradnické inženýrství, studijní obor Zahradnictví, Mendelova univerzita v Brně

2010 – 2012 dosažení titulu Ing., magisterský navazující typ prezenční formy studia, studijní program Zahradnické inženýrství, Řízení zahradnických technologií, Mendelova univerzita v Brně

2006 – 2010 dosažení titulu Bc., bakalářský typ studia prezenční formy, studijní program Zahradnické inženýrství, Vinohradnictví a vinařství, Mendelova univerzita v Brně

Praxe:

2012 – současnost

- Student doktorského studia, Ústav zahradnické techniky, ZF Mendelovy univerzity v Brně

Pozice: student doktorského studia

2006 – současnost

- VÍNO J. STÁVEK

Pozice: sommelier specialista, asistent technologa, PR

Náplň práce: prezentace firmy a produktů klientům, zpracování hroznů, školení moštu a vína,

2009 – 2010

- ZD Němčičky

Pozice: asistent technologa

Náplň práce: zpracování hroznů, školení moštů a vína

3/2008 - 4/2008

- Rodinné vinařství Jedlička a Novák

Pozice: asistent technologa

Náplň práce: výroba a prodej vína

5/2007 – 6/2007

- Vinium a.s

Pozice: asistent technologa

Náplň práce: výroba vína

Stáže:

1/2012: tuzemská stáž na VUZT Praha

3/2013: tuzemská stáž na AF MENDELU v Brně

2/2014: tuzemská stáž ČZU Praha

6/2014: zahraniční stáž Uniwersytet Rolniczy (Krakow, Polsko)

Účast na konferencích, seminářích a workshopech

2013-2014: příprava vybraných cvičení v předmětu VM (Vinohradnická mechanizace), aktivní účast

1. 8. Ročník symposia výsledky výzkumu a vývoje pro odpadové hospodářství, 17. – 19. dubna 2013, Kouty nad Desnou, aktivní účast
2. Technika pro zemědělské, komunální a environmentální technologie. 23. – 24. května, 2013, Lednice, Zahradnická fakulta Mendelovy univerzity
3. Nové trendy v návrhu a využití strojů v agropotravinářském komplexu a odpadovém hospodářství, 28. – 30. dubna 2014, Praha, aktivní účast
4. Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů, 20. – 21. listopadu 2014, Brno, hotel Avanti, aktivní účast
5. International scientific conference: Horticulture in quality and culture of life, September 24. – 26. 2014 in Lednice, Czech Republic, aktivní účast
6. Biopaliva z pohledu energetiky a vlivu na životní prostředí. 5. listopadu 2015, Aula Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, Praha 6 – Ruzyně, aktivní účast
7. Horticulture in quality and culture of life, 23.–26. září 2014, Lednice, aktivní účast
8. Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů, 27. listopadu 2015, Brno, hotel Avanti, aktivní účast

10 PUBLIKAČNÍ A VÝZKUMNÁ ČINNOST AUTORA

10.1 Výčet publikací

1. BURGOVÁ J., BURG P., LUDÍN D., 2015: *Stroje pro provádění zelených prací ve vinici*. Sady a vinice. sv. 3, s. 30-31. ISSN 1336-7684.
2. BURG P., LUDÍN D., 2013: *Posouzení energetického potenciálu matolin*. Komunální technika. sv. VII, č. 5, s. 34-38. ISSN 1802-2391.
3. BURG P., LUDÍN D., 2013: *Stanovení spalného tepla a výhřevnosti u matolin z révy vinné*. Energie 21. sv. VI, s. 16-17. ISSN 1803-0394
4. BURG P., LUDÍN D., 2014: *Verification of the effectiveness of planar vibrating separator during separation of grapevine seeds for oil pressing*. Contemporary Agricultural Engineering: naučni časopis za poljoprivrednu tehniku. sv. 40, č. 1, s. 1-8. ISSN 0354-7353.
5. **BURG P., LUDÍN D., RUTKOWSKI K., KRAKOWIAK-BAL A., TRÁVNÍČEK P., ZEMÁNEK P., TURAN J., VIŠACKI V., 2016: *Energetic evaluation and potential of grape pomace and their weight and energetic ratio in Czech Republic conditions - International Agrophysics, Publisher: Bohdan Dobrzański, Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ISSN: 0236-8722, IF:1,117***
6. BURG P., LUDÍN D., ZEMÁNEK P., 2014: *Hodnocení výhřevnosti matolin*. Vinařsadař. sv. 2014, č. 6, s. 10-12. ISSN 1804-3054.
7. BURG P., VÍTEZ T., LUDÍN D., TRÁVNÍČEK P., 2013: *Možnosti využití matolin jako energetického zdroje*. URL: <http://www.vinarskyobzor.cz/archiv/6-2013>
8. FERIANC J., BURG P., SEDLAR A., VIŠACKI V., LUDÍN D., TURAN J., 2014: *Ocena uticaja različitih pneumatika vinogradarskin traktora na sabijanje*

zemljišta. Contemporary Agricultural Engineering: naučni časopis za poljoprivrednu tehniku. sv. 40, č. 2, s. 63-68. ISSN 0354-7353.

9. MAŠÁN V., LUDÍN D., 2014: *Provozní náklady malé mechanizace pro údržbu tvarovaných živých dřevin*. Zahradnictví. 2014. sv. 8, č. 2, s. 52-54. ISSN 1213-7596.
10. LUDÍN D., BURG P., 2016: **Dřevní hmota z révy vinné a výlisky ze zpracování hroznů jako nové energetické zdroje. [Waste grape cane and grape pomace as new energetic resources]. AgritechScience [online], roč.10, č. 1, s. 1-5. ISSN 1802-8942. Dostupné z: <http://www.agritech.cz/clanky2016-1-3.pdf>**
11. LUDÍN D., BURG P., 2014: *Hodnocení síťového separátoru při separaci semen u matoliny z různých odrůd révy vinné*. In *Nové trendy v návrhu a využití strojů v agropotravinářském komplexu a odpadovém hospodářství*. 1. vyd. Praha: Culs, ISSN 1802-2391.
12. LUDÍN D., BURG P., 2014: *Hodnocení spalného tepla a výhřevnosti u matolin z révy vinné*. Úroda 12, roč. LXII, vědecká příloha, s. 143 – 149, ISSN 0139-601
13. LUDÍN D., BURG P., KLASOVÁ K., 2015: *Hodnocení procesu peletizace matolin*. Úroda 12, roč. LXIII, vědecká příloha, s. xx-xx. ISSN 0139-6013
14. LUDÍN, D., BURG, P., KRAKOWIAK-BAL, A., VIŠACKI, V. 2016: **The possibilities of using marc for manufacturing pellets for energy purposes. Acta Univ. Agric. Silv. Mendelianae Brun. 2016, 64 (3)**
15. D. LUDÍN, P. BURG, ZEMÁNEK P. 2014: *Evaluation of the effectiveness of plane vibrational sifter for grape seeds separation*, “Horticulture in quality and culture of life” Lednice, Czech Republic, September 23-26,

10.2 Zapojení do projektů

Název projektu	Druh projektu	Doba řešení	pozice
Možnosti energetického využití matolin z vinařské produkce	IGA	11.10.2013 – 9.1.2014	Řešitel
Sledování vlivu kultivačních zásahů na změny fyzikálních vlastností půdy v mezřadí vinic	IGA	01.01.2015 – 31.12.2015	Spoluřešitel
Návrh a ověření zařízení pro aplikaci kompostu do příkmeného pásu vinice	IGA	01.03.2016 – 28.02.2017	Spoluřešitel