

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Antinutriční látky v píci jetelovin při využití separovaných  
listů ve výživě prasat**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Linda Kutáčová, DiS.**

**Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru**

**Vedoucí práce: doc. Ing Josef Hakl, Ph.D.**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Antinutriční látky v píci jetelovin při využití separovaných listů ve výživě prasat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24. 4. 2021

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Josefovi Haklovi, Ph. D. za odbornou pomoc při vedení diplomové práce, za věcné připomínky a za velmi cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat za vstřícnost a ochotu při konzultacích a trpělivost při zpracování celé diplomové práce. Děkuji i doktorandce Anně Mascellani za provedení laboratorních analýz. Poděkování patří i biofarmě Sasov, která umožnila realizovat odběr vzorků z projektu: „Separace lístků a stonků leguminóz“ za podpory v rámci Programu rozvoje venkova.

# Antinutriční látky v píce jetelovin při využití separovaných listů ve výživě prasat

## Souhrn

Od vstupu České republiky do Evropské unie existuje možnost čerpání dotací z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova. Ministerstvo zemědělství vytváří sedmileté programy rozvoje venkova, kde jsou uvedeny veškeré možnosti podpor v rámci rozvoje venkova. Cíle podpory rozvoje venkova v rámci Programu rozvoje venkova na období 2014-2020 byly vyjádřeny šesti prioritami a třinácti opatřeními. Cíl Podpora předávání znalostí a inovací v zemědělství, lesnictví a ve venkovských oblastech je spojeno s opatřením „Spolupráce“. Cíl opatření byl zaveden v důsledku nízké míry zavádění inovací způsobené nedostatečným propojením výsledků výzkumu do praxe, neboť inovace jsou důležitým motorem pro rozvoj venkova a klíčovým opatřením pro rozvoj prvovýroby.

V diplomové práci bylo posuzováno fungování podpory inovací v Programu rozvoje venkova na projektu „Separace lístků a stonků leguminóz“, který byl realizovaný v rámci podpory operačních skupin a projektů EIP na Biofarmě Sasov u Jihlavy. Projekt vznikl na základě potřeby Biofarmy Sasov zajistit dostatek bílkovinných krmiv pro ekologický chov prasat. Vhodnou možností se ukázala domácí produkce píce jetelovin. Ta obsahuje bílkoviny, minerální látky, ale také antinutriční látky (například saponiny), které nejsou žádané ve výživě monogastrů z řady důvodů. S ohledem na problém antinutričních látek v píce jetelovin bylo experimentálním cílem této práce analyzovat obsah kyseliny medikagenové, sojasapogenolu A a sojasapogenolu B v listech a lodyhách píce jetelovin při různém způsobu konzervace. Odběr vzorků pro pokus proběhl na Biofarmě Sasov z čerstvé píce jetelovin a ze sušených balíků sena. V upravených vzorcích byl pomocí nukleární magnetické rezonance (NMR) stanoven obsah sledovaných antinutričních látek. V listech vojtěšky seté byl zjištěn vyšší obsah saponinů oproti lodyhám. Sledovaný obsah saponinů u jednotlivých způsobů konzervace vykazoval vyšších hodnot u lyofilizace, která podává farmáři informace o tom, kolik saponinů je obsaženo v píce vojtěšky seté při seči. Lze tedy usoudit, že horkovzdušným sušením odpadním teplem z bioplynové stanice dojde k částečné eliminaci saponinů. Ve vzorcích sena vykazovaly vyšší obsah saponinů listy směsi jetele lučního a vojtěšky seté. Obsah saponinů se lišil v jednotlivých sečích, kdy byl prokázán vyšší obsah sojasapogenolu A v listech u druhé seče.

Program rozvoje venkova naplňuje vznik operačních skupin v rámci projektů EIP. Fungující projekt ukazuje, že vytvoření operačních skupin umožňuje efektivní navázání spolupráce mezi osobami z praxe a výzkumu a financování investičních aktivit na vývoj a sestavení separační linky. V praxi se ale jako problém ukazuje administrativní složitost a opožděné proplácení, což farmáře odrazuje od podání žádosti o tuto podporu.

**Klíčová slova:** píce, jeteloviny, fytoestrogeny, saponiny

# **Antinutritional compounds in legume forage with utilization of separated leaves in pig nutrition**

## **Summary**

Since the accession of the Czech Republic to the European Union, there has been a possibility of drawing subsidies from the European Agricultural Fund for Rural Development. The Ministry of Agriculture creates seven-year rural development programs, which list all the possibilities of support under rural development. The objectives of rural development support under the Rural Development Program for the period 2014-2020 were expressed in six priorities and thirteen measures. Objective Support for knowledge transfer and innovation in agriculture, forestry and rural areas is linked to the "Cooperation" measure. The objective of the measure was introduced due to the low level of innovation implementation due to insufficient integration of research results into practice, as innovation is an important engine for rural development and a key measure for the development of primary production.

The diploma thesis assessed the functioning of innovation support in the Rural Development Program on the project "Separation of leafs and stems of legumes", which was implemented in support of operational groups and EIP projects at the Sasov bio farm in Jihlava. The project was created on the basis of the need of bio farm Sasov to provide sufficient protein feed for organic pig breeding. Domestic production of clover forage proved to be a suitable option. It contains proteins, minerals, but also antinutritional substances (such as saponins), which are not required in the nutrition of monogastrics for a number of reasons. With regard to the problem of antinutritional substances in clover forage, the experimental aim of this work was to analyze the content of medicagenic acid, soyasapogenol A and soyasapogenol B in the leaves and stems of clover forage in different methods of preservation. Sampling for the experiment took place at the Sasov bio farm from fresh clover fodder and from dried hay bales. The content of the monitored antinutritional substances was determined in the treated samples by nuclear magnetic resonance (NMR). The leaves of alfalfa were found to have a higher content of saponins compared to stems. The observed content of saponins in individual methods of preservation showed higher values in lyophilization, which provides the farmer with information on how many saponins are contained in the forage of alfalfa sown during mowing. It can therefore be concluded that hot air drying with waste heat from the biogas plant will partially eliminate saponins. In hay samples, the leaves of a mixture

of meadow clover and alfalfa showed a higher content of saponins. The content of saponins differed in individual mowings, when a higher content of soyasapogenol A was demonstrated in the leaves of the second mowing.

The rural development program fulfills the establishment of operational groups within EIP projects. A functioning project shows that the creation of operational groups enables the effective establishment of cooperation between persons from practice and scientific community and the financing of investment activities for the development and assembly of a separation line. In practice, however, administrative complexity and late payment prove to be a problem, which discourages farmers from applying for this support.

**Keywords:** fodder plants, clover forage, phytoestrogens, saponin

# Obsah

1 Úvod .....	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce .....	9
3 Literární řešerše.....	10
<b>3.1 Program rozvoje venkova, venkov a rozvoj venkova .....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Venkov a rozvoj venkova .....	10
3.1.2 Společná zemědělská politika a strategie Evropa 2020 .....	11
3.1.3 Program rozvoje venkova .....	13
3.1.4 Evropská inovační partnerství (EIP).....	14
<b>3.2 Inovace ve výživě prasat .....</b>	<b>18</b>
3.2.1 Vojtěška setá ( <i>Medicago sativa</i> L.) .....	19
3.2.2 Jetel luční ( <i>Trifolium pratense</i> L.) .....	21
3.2.3 Kvalita píce .....	22
<b>3.3 Antinutriční látky jetelovin .....</b>	<b>23</b>
3.3.1 Význam antinutričních látek .....	24
3.3.2 Saponiny .....	24
4 Metodika .....	28
<b>4.1 Charakteristika stanoviště.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Polní odběry vzorků píce .....</b>	<b>29</b>
4.2.1 Lyofilizace .....	29
4.2.2 Horkovzdušné sušení .....	29
<b>4.3 Odběry vzorků sena .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4 Stanovení obsahu saponinů pomocí NMR metody .....</b>	<b>30</b>
<b>4.5 Statistické hodnocení .....</b>	<b>31</b>
5 Výsledky.....	32
<b>5.1 Hodnocení způsobu konzervace na obsah saponinů.....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Hodnocení vlivu šarže na obsah saponinů obsažených v píci jetelovin.....</b>	<b>33</b>
5.2.1 Podíl listů obsažených v balících sena.....	34
6 Diskuze.....	35
<b>6.1 Srovnání způsobu konzervace na obsah saponinů vojtěšky seté .....</b>	<b>35</b>
<b>6.2 Srovnání vlivu seče na obsah saponinů v píci jetelovin .....</b>	<b>37</b>
<b>6.3 Zkušenosti s EIP AGRI v rámci projektu.....</b>	<b>38</b>
7 Závěr .....	40
8 Literatura.....	41
9 Seznam použitých zkratk a symbolů .....	48
10 Samostatné přílohy .....	I

# 1 Úvod

Jedním z cílů Společné zemědělské politiky EU je i podpora domácí produkce krmiv, která je klíčová především pro rozvíjející se ekologické zemědělství. Zemědělcům České republiky byla v Programu rozvoje venkova na období 2014-2020 otevřena nová možnost podpory operačních skupin a projektů EIP, která byla poprvé uvedena v rámci třetího kola výzev příjmu žádostí o podporu v roce 2016. Podpora je navázána na opatření Spolupráce a podporuje inovace v zemědělské prvovýrobě.

Této možnosti se chopil farmář Josef Sklenář z Biofarmy Sasov u Jihlavy, který na základě potřeb kvalitního bílkovinného krmiva pro svůj ekologický chov prasat přišel s inovativní myšlenkou separační linky, která umožňuje oddělit listy píce jetelovin, které mají vyšší nutriční hodnotu oproti lodyhám. Lodyhy obsahují více vlákniny, která je pro monogastry hůře stravitelná. Vhodnými bílkovinnými krmivy jsou jeteloviny. Mezi vysoce kvalitní jeteloviny se řadí jetel luční a vojtěška setá. Navíc jsou tyto plodiny schopny vázat vzdušný dusík a snadno se pěstují bez větších vstupů, což je v ekologickém zemědělství velmi vítáno. Vojtěška setá a jetel luční jsou bohaté na bílkoviny, ale obsahují i antinutriční látky, které nejsou žádané ve výživě monogastrů z řady důvodů. Mezi rostlinné antinutriční látky se řadí saponiny, které jsou charakteristické právě pro vojtěšku setou a jetel luční, a proto je tedy třeba v praxi posoudit i obsahy těchto látek.

Odrazem projektu, realizovaného v rámci EIP AGRI jsou inovativní způsoby separace listů z píce leguminóz na separační lince. Výsledky projektu pomohou jak domácím, tak i evropským chovatelům ke zvýšení produkce kvalitních krmiv, kdy bude zachována ekologická výroba a pozitivní vliv na životní prostředí.



## 2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je zhodnotit fungování opatření 16.1.1 Podpora operačních skupin a projektů EIP v rámci Programu rozvoje venkova na období 2014-2020. Experimentálním cílem práce je analyzovat obsah vybraných antinutričních látek v listech a lodyhách jetelovin (směs jetele a vojtěšky), a to jak v polním odběru před sklizní, tak i u sušených balíků sena před separací listů. Výzkum je součástí projektu Programu rozvoje venkova a výsledky umožní posoudit potenciál využití separovaných listů jetelovin při výživě prasat z pohledu antinutričních látek v píci.

Hypotézy:

- 1) obsah antinutričních látek se liší v jednotlivých sečích
- 2) obsah antinutričních látek je ovlivněn způsobem konzervace a částí rostliny

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Program rozvoje venkova, venkov a rozvoj venkova

#### 3.1.1 Venkov a rozvoj venkova

Nejprve je důležité si vymezit pojmy venkov a rozvoj venkova. Přesně definovat pojem venkov není jednoduché. Existuje totiž mnoho postupů jak venkov definovat, či určit, co to venkov je (Perlín 2009). Faltová et al. (2012) představuje venkov jako osídlené území mimo městské oblasti, zpravidla se zabývající zemědělstvím. Dále venkov charakterizuje menší hustotou zalidnění, menší velikostí a nižší vybaveností. Obyvatelé své chování zaměřují na ochranu přírody. Perlín (2010) ve své publikaci venkov definuje jako prostor, který zahrnuje jak krajinu, tak i venkovská sídla. Hovoří tedy o zastavěném i nezastavěném území a označuje venkov jako kontinuálně vymezený prostor. Binek et al. (2010) i Perlín (2010) dále uvádí, že v České republice se za venkov považuje obec s méně než 2000 obyvateli. Ve venkově se pak vyskytují nejčastěji obce s počtem obyvatel od 200 do 500. V zákoně č. 128/2000 Sb. o obcích se hovoří o obci, jako o základním územním samosprávném společenství občanů, které tvoří územní celek, který je vymezen hranicí území obce. Obec pak zákon vymezuje počtem obyvatel pod 3000. V rámci Programu rozvoje venkova ČR pro období 2014-2020 se využívá charakteristika venkova podle typologie OECD a Eurostatu. Na úrovni jednotek NUTS III (kraje) OECD a Eurostat venkovské regiony definuje podle podílu obyvatelstva žijícího ve venkovských obcích. Pokud v obci žije více než 50 % obyvatel, jde o region převážně venkovský, žije-li v obci více než 15 % obyvatel jde o region významně venkovský. Ostatní regiony jsou pak převážně městské. Za venkovské jsou považovány obce založené na podílu obyvatelstva žijícího na území s hustotou zalidnění menší než 150 obyvatel/km<sup>2</sup>. Za venkovské území se pro podporu z Programu rozvoje venkova považuje celé území České republiky s výjimkou Prahy. Polovinu Evropy tvoří převážně venkovské oblasti a obývá je téměř 20 % obyvatelstva (European Commission 2021). Podle Dědiče (2009), z Českého statistického úřadu, venkovský prostor tvoří 5 734 obcí, což představuje necelých 80 % rozlohy státu. V tomto prostoru žije 30 % obyvatel České republiky. Průměrná velikost obce je 11 km<sup>2</sup> a má v průměru 550 obyvatel. Stále je venkovský prostor svou hustotou zalidnění devětkrát menší v porovnání s městským prostorem. Dále uvádí, že od roku 2000 ubývá obyvatel v městském prostoru ve prospěch venkova.

Pod pojmem rozvoj bývá obvykle chápán proces pozitivních změn, především v oblasti sociální, ekonomické a environmentální (Binek et al. 2009). Na rozdíl od městských regionů jsou venkovské oblasti od sebe velmi odlišné. Z tohoto důvodu existuje široká škála přístupů k rozvoji venkova (Assche & Hornidge 2015). Moseley (2003) chápe rozvoj venkova jako proces zlepšování kvality života a pohody lidí žijících ve venkovských oblastech, často v relativně izolovaných a řídko osídlených oblastech. Moseley (2003) dále uvádí, že rozvoj venkova se vyznačuje důrazem na místní strategie hospodářského rozvoje. Cílem rozvoje venkova podle Pellisseryho (2012) je najít způsoby, jak zlepšit život na venkově za účasti obyvatel venkova. Binek et al. (2009) charakterizuje rozvoj venkova jako proces zlepšování postavení venkovských obcí a krajinné sféry, v níž se tyto obce nacházejí. Cílem procesu je vytvořit harmonický systém kulturní krajiny, vytvořit stabilní ekonomický systém, který by

měl zajišťovat pracovní příležitosti a dále by měl zajistit kvalitní podmínky pro život obyvatelstva a dostatečnou dopravní dostupnost. Rozvoj venkova je tedy komplex aktivit postavených na strategickém plánování, které je propojeno dotační politikou. Vedle rozvoje venkova je znám termín trvale udržitelný rozvoj, který je definován v českém zákoně č. 17 z roku 1992 o životním prostředí. Zákon trvale udržitelný rozvoj společnosti definuje jako rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů (Zákon č. 17/199 Sb. o životním prostředí)

V roce 1996 se uskutečnila konference zemí Evropské unie o rozvoji venkova. Tato konference byla zásadním přelomem pro moderní pojetí rozvoje venkova. Před vstupem České republiky do Evropské unie byl rozvoj venkova podporován fondem SAPARD. V letech 2004 - 2006 byl rozvoj venkova podporován ze strukturálních fondů Operačního programu rozvoje venkova a programem LEADER. Dále od roku 2007 byl rozvoj venkova financován z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova. Podpora poskytnutá evropským zemědělcům ze souhrnného rozpočtu Unie v roce 2019 činila téměř 60 miliard EUR.

### **3.1.2 Společná zemědělská politika a strategie Evropa 2020**

Je potřeba zmínit i pojem Společná zemědělská politika. SZP byla zavedena v roce 1962 a funguje jako partnerství mezi zemědělstvím a společností, mezi Evropou a jejími zemědělci. Cílem SZP v roce 1962 bylo zajistit pro obyvatele EU cenově dostupné potraviny a zaručit zemědělcům odpovídající životní úroveň. Roku 1984 kvůli nadprodukcí bylo zavedeno několik opatření, jejichž cílem bylo omezit úroveň zemědělské produkce tak, aby odpovídala tomu, co si žádal trh. Roku 1992 se zaměření SZP přesunulo z tržní podpory na podporu výrobců. Snížila se cenová podpora, která byla nahrazena přímými platbami zemědělcům. Zemědělci tak byli motivováni k šetrnějšímu zacházení vůči životnímu prostředí. V roce 2003 v rámci SZP byla poskytnuta podpora příjmů. Byla zrušena spojitost mezi dotacemi a produkcí. Nově zemědělci dostávali podporu příjmů s podmínkou šetrné péče o zemědělskou půdu, museli dodržovat normy ochrany životního prostředí a zdraví dobrých životních podmínek zvířat a zajišťovat bezpečnost potravin. Roku 2013 došlo k reformě SZP. Reformovaná Společná zemědělská politika měla posílit konkurenceschopnost zemědělského sektoru, podpořit udržitelnost zemědělství a inovací, dále měla zajistit tvorbu pracovních míst a růst ve venkovských oblastech a finanční podpora měla směřovat na produktivní využívání půdy. Takto reformovaná SZP je uplatněna v programovém období 2014-2020. Je tedy společnou politikou pro všechny členské státy. SZP řídí Unie a je financována z unijního rozpočtu. V rámci rozpočtu Unie je SZP financována z Evropského zemědělského záručního fondu, který poskytuje přímou podporu a financuje tržní opatření. Dále je financována z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova, kterým financuje rozvoj venkova. Cílem SZP je především podporovat zemědělce a zvýšit produktivitu zemědělství, aby byly zajištěny stabilní dodávky potravin za dostupné ceny, dále chránit zemědělce v Evropské unii, aby měli přiměřenou životní úroveň, pomáhat při řešení změny klimatu a udržitelném hospodaření s přírodními zdroji, dalším důležitým cílem je zachovat venkovské oblasti a typy krajiny v Evropské unii, udržet životaschopnost

hospodářství venkovských oblastí podporou pracovních míst v zemědělství, zemědělsko-potravinářském průmyslu a přidružených odvětvích (Evropská komise 2021).

Vedle Společné zemědělské politiky EU existuje strategie Evropa 2020. Strategie Evropa 2020 vznikla v důsledku celosvětového dopadu finanční krize v letech 2008 - 2010. José Manuel Barroso (Evropská komise 2010) na sdělení komise v Bruselu dne 3. 3. 2010 uvedl, že pro dosažení udržitelné budoucnosti již nestačí krátkodobá vize, a je třeba Evropu opět postavit na nohy. Tato strategie nahradila tzv. Lisabonskou strategii, které vypršela platnost v roce 2010. Evropa 2020 popisuje předchozí vývoj a aktuální stav EU. Dotýká se světové krize a opatření na zmírnění jejích dopadů. Také upozorňuje na potřebu reformy finančního systému a měnové unie (Úřad vlády Slovenskej republiky 2011). Strategie Evropa 2020 představuje hlavní hospodářskou reformní agendu Evropské unie s výhledem do roku 2020 (Vláda České republiky 2021). Strategie Evropa 2020 zahrnuje Evropské strukturální a investiční fondy (ESIF). Tyto fondy odrážejí strategii EU 2020 prostřednictvím společných tematických cílů. Dále zahrnuje Partnerskou smlouvu, kterou je vymezeno zacílení finančních prostředků. Zdůrazňuje především inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění s cílem zlepšit konkurenceschopnost a produktivitu Evropy. Strategie má podpořit udržitelné sociálně tržní hospodářství. V červnu 2010 přijala Evropská Unie cíle v pěti oblastech, kterých mělo být dosaženo do roku 2020. Jedná se o oblast zaměstnanosti (s cílem minimálně 75 % míry zaměstnanosti obyvatel), výzkumu a vývoje (s cílem investovat minimálně 3 % HDP), změny klimatu a energetiky (s cílem snížit emise skleníkových plynů nejméně o 20 %, zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na konečné spotřebě o 20 % a zvýšit energetickou účinnost minimálně o 20 %), vzdělávání (s cílem snížit míru předčasného ukončení školní docházky ze současných 15 % na 10 % a zvýšit podíl obyvatel ve věku 30 – 34 roků s ukončeným vysokoškolským vzděláním z 31 % minimálně na 40 %), chudoby a sociálního vyloučení (s cílem vymanit nejméně 20 milionů obyvatel EU z rizika chudoby a sociálního vyloučení) (Eurostat 2021). Česká republika předložila národní cíle v oblasti zaměstnanosti ve stejné výši, jako jsou cíle Evropské Unie. Tuto oblast doplnila o národní dílčí cíl míry zaměstnanosti žen ve výši 65 %, míry zaměstnanosti starších pracovníků ve výši 55 %, snížení míry nezaměstnanosti mladých osob ve věku 15 – 24 let o třetinu oproti roku 2010, snížení míry nezaměstnanosti osob s nízkou kvalifikací o čtvrtinu v porovnání s rokem 2010, snížení administrativní zátěže podnikatelů oproti roku 2005 o 30 % a zvýšení produktivity práce ve srovnání s rokem 2010 o 20 %. Dále Vláda ČR předložila Evropské komisi národní cíl investic do výzkumu a vývoje ve výši 2,7 % HDP. Cíle v oblasti energetické účinnosti předloženy nebyly. V oblasti vzdělání byly předloženy cíle poměru vysokoškolsky vzdělaných lidí ve věku 30 – 34 let ve výši 32 % a poměr žáků předčasně opouštějících vzdělávací zařízení ve výši 5,5 %. Národním cílem sociálního začleňování a snižování chudoby bylo udržet hranici počtu takto postižených osob v porovnání s rokem 2008 (Vláda České republiky 2021). V současné době nejsou známy přesné výsledky strategie Evropa 2020. Podle Eurostatu (2021) však strategie od svého zahájení v roce 2010 významně přispěla k socioekonomickému rozvoji EU. Zaměstnanost Evropy je rekordně vysoká. Za splněné cíle považuje oblast emisí skleníkových plynů a oblast vysokoškolského vzdělání. Pokroku pak bylo dosaženo v oblasti obnovitelné energie a energetické účinnosti. Nezbytné je však učinit pokrok pro stimulaci větších investic do výzkumu a inovací, a také je důležitý boj proti chudobě a sociálního vyloučení.

### 3.1.3 Program rozvoje venkova

Program rozvoje venkova na období 2014-2020 byl vytvořen Ministerstvem zemědělství ve spolupráci s partnery na základě usnesení vlády České republiky ze dne 28. listopadu 2012 č. 867. Účelem PRV ČR je stanovit strategii, priority a opatření pro účinné a efektivní využívání prostředků Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova v České republice. Realizace tohoto programu má přispět k naplňování cílů SZP a Strategie Evropa 2020.

Program rozvoje venkova ČR se řídí nařízením Evropského parlamentu (EP) a Rady č. 1305/2013 o podpoře pro rozvoj venkova z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova a souvisejícími prováděcími předpisy. Dále se řídí nařízením Evropského parlamentu a Rady o společných ustanoveních ohledně Evropského zemědělského fondu pro regionální rozvoj, Evropského sociálního fondu, Fondu soudržnosti, Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova a Evropského námořního a rybářského fondu, jichž se týká společný strategický rámec, o obecných ustanoveních ohledně Evropského fondu pro regionální rozvoj, Evropského sociálního fondu a Fondu soudržnosti a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 1083/2006.

Program rozvoje venkova ČR na programovací období 2014-2020 byl schválen vládou dne 9. 7. 2014. Evropskou komisí byl schválen dne 26. 5. 2015. Cílem tohoto programu je obnova, zachování a zlepšení ekosystémů závislých na zemědělství prostřednictvím agroenvironmentálních opatření, dále investice pro konkurenceschopnost a inovace zemědělských podniků, podpora vstupu mladých lidí do zemědělství nebo krajinná infrastruktura.

Program dále podporuje diverzifikaci ekonomických aktivit ve venkovském prostoru s cílem vytvářet nová pracovní místa a zvýšit hospodářský rozvoj. Podporován je komunitně vedený místní rozvoj (metoda LEADER, která přispívá k lepšímu zacílení podpory na místní potřeby daného venkovského území a rozvoji spolupráce aktérů na místní úrovni). Horizontální prioritou je předávání znalostí a inovací formou vzdělávacích aktivit a poradenstvím a spolupráce v oblasti zemědělství a lesnictví.

Na základě Programu rozvoje venkova 2014-2020 putuje do zemědělství téměř 3,5 miliardy EUR (tj. více než 96 miliard korun). Z unijních zdrojů to činí 2,3 miliardy EUR (62 miliard korun) a z českého rozpočtu do zemědělství poputuje 1,2 miliardy EUR (34 miliard korun). Alokace finančních zdrojů byla na začátku programu rozvržena takto: nejvíce, 59,16 % na ochranu životního prostředí, dále 20,39 % na konkurenceschopnost, 11,09 % na zpracování zemědělských produktů a dobré životní podmínky zvířat, 7,26 % na podporu hospodářského rozvoje venkovských oblastí, 0,85 % na technickou pomoc, 0,68 % na účinné využívání zdrojů a 0,56 % na staré závazky - předčasné ukončení zemědělské činnosti.

Cíle programu jsou podrobněji vyjádřeny šesti prioritami platnými pro celou EU. Jednotlivé priority:

- podpora předávání znalostí a inovací v zemědělství, lesnictví a ve venkovských oblastech,
- zvýšení životaschopnosti zemědělských podniků a konkurenceschopnosti všech druhů zemědělské činnosti ve všech regionech a podpora inovativního zemědělských technologií a udržitelného obhospodařování lesů,
- podpora organizace potravinového řetězce, včetně zpracovávání zemědělských produktů a jejich uvádění na trh, dobrých životních podmínek zvířat a řízení rizik v zemědělství,
- obnova, zachování a zlepšení ekosystémů souvisejících se zemědělstvím a lesnictvím,
- podpora účinného využívání zdrojů a podpora přechodu na nízkouhlíkovou ekonomiku v odvětvích zemědělství, potravinářství a lesnictví, která je odolná vůči klimatu,
- podpora sociálního začleňování, snižování chudoby a hospodářského rozvoje ve venkovských oblastech (Program rozvoje venkova na období 2014–2020).

### **3.1.4 Evropská inovační partnerství (EIP)**

Evropská inovační partnerství nabízejí nový koncept v oblasti mezinárodní spolupráce ve výzkumu, vývoji a inovacích. EIP má prostřednictvím zaměření na společenské výzvy, koordinace aktivit a urychlení inovativních myšlenek a přístupů na trh napomoci dosažení cíle strategie Evropa 2020. Jde o společnou platformu pro partnerství a spolupráci, o opatření k řešení klíčových úkolů v zásadních oblastech pro hospodářský růst Evropy. Evropská inovační partnerství vede řídicí skupina složená z evropských komisařů, Evropského parlamentu, z vedoucích představitelů průmyslu, výzkumníků, občanských společností a dalších stran. Zastoupení všech sektorů a zájmových skupin je vyrovnané. Financování partnerství je na úrovni veřejných prostředků alokací z existujících programů na evropské, národní a nadregionální úrovni. Soukromý sektor přispívá vlastními zdroji (MZV ČR 2012). V rámcovém programu Evropské unie pro výzkum a inovace Horizont 2020 jsou fungující EIP on Active and Healthy Ageing, které se zabývá stárnutím populace. Dále pak EIP on Smart Cities and Communities, které usilují o vytváření inovativních řešení pro environmentální, společenské a zdravotnické výzvy. EIP on Water řeší inovativní vývoje související s hlavními evropskými a globálními výzvami ve vodohospodářství. EIP on Raw Materials, jehož hlavním cílem je, aby se průmyslový sektor členských států EU podílel do roku 2020 příspěvkem na celkovém HDP EU výší 20 % (MŠMT 2014).

EIP pro zemědělskou produktivitu a udržitelnost, označované jako EIP AGRI, zahájila Evropská komise v roce 2012 jako novou aktivitu s cílem produkovat konkurenceschopné a udržitelné evropské odvětví zemědělství a lesnictví. Jde především o nový přístup k výzkumu a inovacím, který má přispět k vytváření mostů mezi výzkumem a praxí. V rámci EIP se propojují odborné znalosti a informační zdroje prostřednictvím veřejného a soukromého sektoru na úrovni Evropské unie, na vnitrostátní a regionální úrovni. Cílem EIP AGRI je zajistit stabilní dodávky potravin, krmiv a bio-materiálů, nových i již existujících.

Soustředí se na udržitelný a ekologicky šetrný management se základními přírodními zdroji pro pěstitelství. V rámci EIP AGRI je podporována spolupráce mezi výzkumnými subjekty a osobami inovativních podniků s cílem rychlého zlepšení dosavadních či existujících postupů, nebo k nalezení nových, lepších a efektivnějších metod.

Podpora předávání znalostí a inovací v zemědělství, lesnictví a ve venkovských oblastech

Podpora předávání znalostí a inovací v zemědělství, lesnictví a ve venkovských oblastech je první prioritou Programu rozvoje venkova na období 2014-2020. Touto problematikou se zabývá opatření M 16 s názvem Spolupráce. Právě spolupráce hraje klíčovou roli v procesu šíření inovativních přístupů, protože může pomoci v rychlém a širším zavádění inovací. Toto opatření se opírá o právní základ čl. 35 a čl. 45 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1305/2013 o podpoře pro rozvoj venkova z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova (EZFRV), dále čl. 65 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1303/2013 o společných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti, Evropském zemědělském fondu pro rozvoj venkova a Evropském námořním a rybářském fondu, o obecných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti a Evropském námořním a rybářském fondu a dále se opírá o nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) č. 807/2014, kterým se doplňují některá ustanovení a nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1305/2013 o podpoře pro rozvoj venkova z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova.

Opatření Spolupráce (M 16) se váže na tematický cíl posílení výzkumu, technologického rozvoje a inovací, zároveň se také váže na tematický cíl zvýšení konkurenceschopnosti malých a středních podniků, odvětví zemědělství a odvětví rybářství. Účelem opatření je přispět k dosažení konkurenceschopného zemědělství, potravinářství a lesnictví, také má přispět k dosažení udržitelného hospodaření s přírodními zdroji. Opatření je odrazem slabých stránek a hrozeb pro zemědělství v sektoru nízké konkurenceschopnosti zemědělství, potravinářství a lesnictví, nedostatečných transferů znalostí, zejména ve využívání výsledků vědy a výzkumu v praxi a v sektoru vysokých nákladů vstupu na trh. Opatření Spolupráce využívá i pozitivních faktorů silných stránek a příležitostí v oblasti rozvoje nového způsobu odbytu, v potenciálu pro využívání obnovitelných zdrojů v zemědělství, v dlouhodobé existenci resortního výzkumu, ve strukturách potřebných pro výměnu informací a spolupráci aktérů rozvoje venkova a v oblasti inovativních aktivit a spolupráce pro zvýšení konkurenceschopnosti. Prostřednictvím opatření jsou řešeny potřeby zvýšit účinnost výrobních faktorů, zvýšit podíl zpracovávaných surovin, posílit postavení prvovýrobců a zajistit efektivní transfer znalostí. Opatření svou realizací přispívá i v Prioritě 2: Zvýšení životaschopnosti zemědělských podniků a konkurenceschopnosti všech druhů zemědělské činnosti ve všech regionech a podpora inovativních zemědělských technologií a udržitelného obhospodařování lesů, dále v Prioritě 3: Podpora organizace potravinového řetězce a v Prioritě 4: Obnova, zachování a zlepšení ekosystémů a Prioritě 5: Podpora účinného využívání zdrojů a podpora přechodu na nízkouhlíkovou ekonomiku.

Priorita 1: Podpora předávání poznatků a inovací v zemědělství, lesnictví a ve venkovských oblastech se dále dělí, tak jako ostatní priority, na prioritní oblasti:

- 1A - Podpora inovací, spolupráce a rozvoj znalostní základny ve venkovských oblastech,
- 1B - Posílení vazeb mezi zemědělstvím, produkcí potravin a lesnictvím a výzkumem a inovacemi za účelem zlepšení řízení v oblasti životního prostředí a environmentálního profilu (Program rozvoje venkova na období 2014-2020).

Program rozvoje venkova pro období 2014-2020 byl v této oblasti konstruován v důsledku nízké míry zavádění inovací, způsobené nedostatečným propojením výsledků výzkumu na jedné straně a zemědělsko-potravinářských nebo lesnických podniků na straně druhé. V rámci strategie Evropa 2020 bylo toto jedním z cílů, konkrétně oblast vědy a výzkumu. Jak již bylo zmíněno, podle předběžných výsledků Eurostatu (2021) je důležité učinit pokrok pro stimulaci větších investic do výzkumu a inovací. Podporou zejména nových produktů, postupů a technologií a jejich zaváděním do praxe, by měl být zajištěn příspěvek k průřezovému cíli inovace. (Program rozvoje venkova na období 2014-2020).

Tento odstavce pojednává o operaci: Podpora operačních skupin a projektů EIP (16.1.1), která spadá pod opatření 16 Spolupráce a pod podopatření 16.1 Zřizování a fungování operačních skupin v rámci EIP v oblasti zemědělské produktivity a udržitelnosti. Tato podpora plyne z iniciativy Evropského inovačního partnerství AGRI a jedná se o zcela novou formu podpory v rámci PRV na období 2014-2020 (SZIF 2013). Cílem operace je podpořit fungování operačních skupin, které spadají do EIP a podpora na přímé výdaje spojené se zaváděním inovací u podnikatelského subjektu v odvětví zemědělství a potravinářství. K naplňování EIP jsou vymezeny následující témata:

- zvýšení zemědělské produktivity, hospodářské životaschopnosti, udržitelnosti, účinnosti v oblasti výstupů a zdrojů,
- inovace na podporu biohospodářství,
- biologická rozmanitost, ekosystémové služby, funkčnost půdy a udržitelné hospodaření s vodou,
- inovativní výrobky a služby pro integrovaný dodavatelský řetězec,
- otevření nových příležitostí v oblasti produktů a trhů pro prvovýrobce,
- kvalita a bezpečnost potravin a zdravý životní styl,
- omezení posklizňových ztrát a plýtvání potravin.

V podmínkách České republiky byla vymezena dvě témata pro naplnění EIP. První je zvýšení zemědělské produktivity, hospodářské životaschopnosti, udržitelnosti, účinnosti v oblasti výstupů a zdrojů, druhé téma je otevření nových příležitostí v oblasti produktů a trhů pro prvovýrobce.

V případě podpory se jedná o nenávratnou dotaci vynaloženou na způsobilé výdaje. Mezi způsobilé náklady patří například provozní náklady operačních skupin spojené s výdaji na mzdu brokera, dále přímé náklady projektu, kam spadají náklady spolupráce výzkumníků a investiční i neinvestiční náklady na realizaci projektu. Celková alokace operace na programové období 2014-2020 činí 262,8 mil. Kč včetně národních zdrojů. V případě výdajů na spolupráci operační skupiny může míra podpory činit 85 % a v případě přímých a ostatních



nákladů 50 % výdajů. Příspěvek z EZFRV je 49,5 % veřejných zdrojů a příspěvek České republiky činí 50,5 % veřejných zdrojů (Program rozvoje venkova na období 2014-2020).

#### Operační skupina

Operační skupina se zřizuje z podnětu jednoho z aktérů, kterým může být zemědělec, potravinář, výzkumný pracovník, poradce, nebo podnik působící v zemědělství a potravinářství. Velikost a složení operační skupiny je různé, avšak aby operační skupina vznikla, musí mít minimálně dva subjekty, kdy jeden subjekt musí být způsobilý jako příjemce dotace (zemědělský nebo potravinářský podnikatel) a druhý subjekt z uskupení je výzkumnou institucí (vysoká škola, výzkumný ústav). Operační skupina musí mít uzavřenou Smlouvu o spolupráci. Účelem operační skupiny je propojit partnery z oblasti vědy, výzkumu, zemědělství, potravinářství, odborných nevládních organizací, poradců a dalších aktérů rozvoje venkova. O podporu žádá uskupení skrze zemědělského nebo potravinářského podnikatele. Takto propojená skupina napomáhá přenosu poznatků vědy, výzkumu a inovací do praxe. Práce operačních skupin má vlivem propojování výzkumu a zemědělské praxe vytvářet přidanou hodnotu a konkurenceschopnost zúčastněných podniků (Program rozvoje venkova na období 2014-2020). V případě, že operační skupina nemá potřebné znalosti a praktické nebo vědecké zkušenosti může při svém vzniku využít inovativního brokera (Ministerstvo zemědělství 2021). Podpora operačních skupin je omezena maximálně na dobu 7 let (Program rozvoje venkova na období 2014-2020).

#### Broker

Broker neboli zprostředkovatel je fyzická osoba vybraná Ministerstvem zemědělství. V rámci prvního kola výzvy příjmu žádostí o dotaci v programovém období 2014-2020 bylo vybráno 15 brokerů (Špiková 2015). Pro druhé kolo výzvy bylo vybráno 14 nových inovativních brokerů (SZIF 2016). Úkolem brokera je pomoci operační skupině usnadnit zakládání a následné fungování této skupiny. Hraje významnou roli při identifikaci vhodného podnětu, který vede k rozvoji konkrétního inovativního projektu (Program rozvoje venkova na období 2014-2020). Práce inovativního brokera spočívá v identifikaci a podpoře členů operační skupiny, usnadňuje jejich vzájemnou komunikaci, pomáhá s vymezením cílů projektu a určením rolí jednotlivých členů skupiny. Dále broker předkládá návrh projektu spolu s plánem operační skupiny. Návrh musí být podpořen všemi subjekty operační skupiny (eAGRI 2021a; SZIF 2013). Činnost brokerů je hrazena prostřednictvím Technické pomoci Programu rozvoje venkova na období 2014-2020.

#### Podmínky pro splnění podpory

Schválení projektu pro podporu je velmi složitý proces, který se řídí přesnými pravidly. Mezi podmínky, které musí projekt splňovat, aby mohl být přijat pro podporu, patří velmi důležité kritérium, kterým je, že operační skupina musí svůj projekt realizovat na území České republiky. Výjimku tvoří hlavní město Praha. Mezi další podmínky patří například, že žadatel o podporu, jehož způsobilé výdaje přesahují částku 1 000 000 Kč, musí splňovat podmínku finančního zdraví. Jak již bylo uvedeno výše, spolupráce musí být realizována minimálně dvěma subjekty. Podpora se váže k předložení plánu operační skupiny, kde je uveden cíl, konkrétní aktivity, účastníci a podrobný harmonogram s rozpočtem projektu.

V plánu musí být detailně popsán přínos k cíli EIP. Veškerá činnost operačních skupin musí být transparentní. Žádost o podporu podává operační skupina se všemi náležitostmi a přílohami určenými ve výzvě o dotaci. Aby podpora mohla být schválena, hodnotí se účelnost projektu, potřebnost, efektivnost, hospodárnost a proveditelnost (Ministerstvo zemědělství 2016).

### 3.2 Inovace ve výživě prasat

Komodita vepřové maso, jak uvádí Henzlerová (2018), je nejoblíbenějším masem obyvatel Země. Průměrná spotřeba vepřového masa ve světě pro rok 2017 činila 15,7 kg na obyvatele a rok. Právě vepřové maso poskytuje lidské populaci velmi důležitý zdroj bílkovin. Spotřeba vepřového v České republice je na druhém místě. Za rok 2017 se u nás spotřebovalo 42,3 kg vepřového masa na osobu a rok (Vališ 2018). Vzhledem k tomu, že žádný stát není schopen bez zemědělské produkce vytvořit alespoň část potravinové základny pro svou populaci, je třeba přicházet s inovativními přístupy ať už v rostlinné, či živočišné výrobě. Produkce vepřového masa představuje velkou poptávku po bílkovinných krmivech (Solati et al. 2017). Koerkamp et al. (2007) uvádí, že výživa zvířat v 21. století si klade za cíle poskytovat bezpečné a kvalitní potraviny živočišného původu a dále vyrábět s vysokým ziskem a nízkou zátěží na životní prostředí. Tyto cíle mají přispět k rychlému rozvoji vědy o výživě. S tím souhlasí i Babinszky a Halas (2010), kteří dále uvádějí, že inovace ve výživě prasat se zaměřuje na vysokou kvalitu produkce. Eriksson et al. (2005), který se zabýval dopady krmiv na produkci prasat a dopady na životní prostředí, uvádí, že hlavním úkolem chovu prasat je maximalizovat efektivitu krmiv a zároveň minimalizovat výrobní náklady a dopady na životní prostředí. Versteegen a Tamminga (2005) uvádí, že vhodný způsob chovu a s tím spojená výživa zvířat může mít velký dopad na snížení znečištění životního prostředí dusíkem, fosforem a mikroelementy. Za tímto účelem se vyvíjí několik nových vědeckých oblastí výzkumu. Jedním z nich je inovace týkající se vlastností krmiv pro zvířata, např. nová energetická a bílkovinná krmiva, interakce mezi různými živinami, alternativy k antibiotikům podporující růst, kontaminace toxiny a problematika geneticky modifikovaných plodin (Babinszky & Halas 2010). Za poslední roky prošel vývoj krmných dávek a strategií velkou modernizací, ale stále se pracuje na vylepšování (Společnost mladých agrárníků ČR 2014).

Podle Ševčíkové a Kouckého (2008) v současné době probíhá technika výkrmu prasat na území České republiky, ale i v dalších evropských státech, skupinovým systémem bez odlišnosti pohlaví. Podle nich je však efektivnější výkrm podle odděleného pohlaví. Všechna hospodářská zvířata vyžadují dostatek krmiv s vyrovnaným množstvím živin (Blair 2007). Smital (2016) uvádí, že prasata patří k nejvýkonnějším hospodářským zvířatům, které vynikají vysokou intenzitou růstu a vysokým využitím živin z krmiv na záchovu a produkci. Prasata musejí přijímat dostatek stravitelných složek, které využijí jako zdroj živin. Živiny krmiva prasatům poskytují složky, které využívají pro produkci a reprodukci. Pro správný růst je důležité, aby prasata přijímala dostatek proteinů, vyvážený podíl minerálních látek, dostatek vitaminů a pitné vody. Prasata mají enzymatický typ trávení, který jim neumožňuje zkrmování krmiv s vysokým zastoupením vlákniny. Proto je jejich výživa založena především na vysoce stravitelných krmivech s vysokou biologickou hodnotou (Blair 2007). Zajištění optimální krmné dávky s vybalancovanou bílkovinnou složkou je jeden z klíčových aspektů

úspěšnosti chovu. V konvenčním chovu prasat jsou hlavním zdrojem proteinových složek extrahované šroty (sójové, řepkové a slunečnicové) s doplňkem syntetických aminokyselin (Dostálová et al. 2018). Ovšem tyto složky nejsou povoleny v ekologickém chovu monogastrů. V ekologickém chovu prasat musí být krmivo dle platného nařízení Komise č. 889/2008 výhradně z ekologické režimu. Zajištění bílkovinných krmiv domácí produkce je jedním z cílů SZP EU s cílem zastavit nepříznivý vývoj na evropském trhu proteinových krmiv (Hakl et al. 2019). Podle Zollitsche (2007) jsou ve výživě ekologicky chovaných prasat dvě oblasti. Zprvce schopnost chovatele zajistit vyrovnanou a dostatečnou škálu krmiv, která mimo jiné pokryje požadavky na esenciální aminokyseliny. Druhou oblastí je pak vyprodukování a dodržování nutričního konceptu, který udržuje pevné zdraví zvířat.

Netradiční inovativní myšlenkou byl vytvořen projekt Separace lístků a stonků leguminóz. Tento projekt vznikl z podnětu a potřeby biofarmy Sasov u Jihlavy zajistit z vlastních zdrojů dostatek proteinových krmiv pro ekologický chov prasat. Řešení projektu se zaměřilo na využití pícních leguminóz, především dvou základních jetelovin pěstovaných na našem území (vojtěšky seté a jetele lučního). Tyto pícniny lze v ekologickém zemědělství snadno pěstovat. Projekt uskutečňovaný od roku 2016 vycházel z poznatků rozdílného nutričního složení, zejména obsahu vlákniny a bílkovin v jednotlivých částech píce (Hakl et al. 2019). Jak uvádí Andrzejewska et al. (2020) separace listů od stonků umožňuje širší využití, než jen jako krmivo pro přežvýkavce. Listy je možné využívat právě ve výživě prasat a stonky mohou být využity pro zvířata s menšími nároky na energii.

### 3.2.1 Vojtěška setá (*Medicago sativa* L.)

Domovinou vojtěšky je pravděpodobně jihozápadní a střední Asie, jak uvádí Westgate (1908). Zřejmě prvním národem, který pěstoval vojtěšku, byly Peršané. Název Alfalfa pochází z arabského původu a v překladu znamená praotec všeho jídla. Později v 16. století byla vojtěška rozšířena do Ameriky španělskými kolonizátory (Oakley & Westover 1922). Osivo vojtěšky bylo exportováno z Chile do Kalifornie v 50. letech 19. století. Toto byl začátek rychlého a rozsáhlého šíření plodiny do západních států USA (Westgate 1908). Na naše území se vojtěška dostala už v 17. století, ale k rozmachu došlo až počátkem 20. století (Národní zemědělské muzeum s. p. o. 2020).

Z botanického hlediska náleží do čeledi bobovitých. Jedná se o víceletou, mohutnou a trsnatou jetelovinu se vzpřímenou lodyhou, která dosahuje až 90 cm do výšky. Na poli vydrží až 15 let, ale postupně ztrácí svou výnosnost a je náchylnější k plevelům. Jedná se o rostlinu s hlubokým kořenovým systémem, který přispívá ke spolehlivému výnosu v oblastech s nízkými ročními srážkami, protože díky hlubokému kořenovému systému je schopna čerpat vláhu i ze spodních vrstev půdy. Vojtěška je tolerantní k datu setí, lze sít od časného jara do pozdního léta (Andrzejewska et al. 2020). Biomasa vojtěšky seté ve fázi květu obsahuje 55 % hmotnosti lodyh a 45 % hmotnosti listů. Optimální růstové podmínky popisují Silva et al. (2020). Vojtěška je náročná na světlo, patří k dlouhodobým rostlinám. Rostliny jsou mrazu odolné. Vojtěška setá je oproti jeteli lučnímu velmi tolerantní ke klimatickým podmínkám. Optimální pH půdy je v rozmezí 6,5 - 7,2. Pro růst vojtěšky seté jsou vhodné kypré, hluboké a dobře provzdušněné písčité až hlinitopísčité půdy. Naopak nevhodné jsou mělké, kyselé a kamenité půdy nebo lokality s hladinou podzemní vody méně než 1,5 m pod povrchem.

Vojtěška je jednou z nejpěstovanějších vytrvalých píceňin na světě díky své vysoké produkci biomasy a dobré nutriční kvalitě (Shi et al. 2014). V našich podmínkách je využívána dvou až tří sečně. Vojtěška je široce pěstovaná plodina jako krmivo pro zvířata (Kalač et al 1996), protože je bohatá na bílkoviny, vitamíny, minerální látky (vápník, fosfor, draslík a hořčík), karotenoidy a má vyvážený aminokyselinový profil (Shi et al. 2014). Obsah hrubého proteinu ve vojtěšce se pohybuje okolo 120 – 220 g/kg a obsah hrubé vlákniny kolísá od 250 – 300 g/kg. Přibližně 70 % hrubého proteinu je obsaženo v listech. Mimo přímé zkrmování se vojtěška využívá pro konzervaci na seno a pro silážování (Solati et al. 2018). Problémem při silážování je snižující se obsah bílkovin. Také se snižuje pH a dochází k inhibici aktivity proteázy (Sikora et al. 2019). Dále lze vojtěška využívat jako zdroj biomasy v bioplynových stanicích (Solati et al. 2018). Vojtěška se zpracovává i jako granulované krmivo. Nevýhodou vojtěšky je obsah hůře stravitelných proteinů a obsah antinutričních látek. Udává se, že vojtěška dosahuje přibližně 60% stravitelnosti (Blair 2007). Jiní autoři pak uvádějí, že stravitelnost listů je až 80% a stravitelnost lodyh pak 60%. Celková stravitelnost vojtěšky seté se udává v rozmezí 70 - 72 %.

Při dozrávání vojtěšky se zvyšuje podíl stonků vůči listům. Stravitelnost stonků se s růstem rostlin výrazně snižuje, zatímco stravitelnost listů se mění jen nepatrně. Nejvyšší výnos sušiny listů, bohaté na bílkoviny a karotenoidy je v raných vývojových stádiích. Mírný pokles sušiny je zaznamenán postupně podle vývojových stádií a v důsledku ztráty listů ze spodní zastíněné části rostliny.

Koncentrace dusíkatých látek v listech vojtěšky je 2 až 3 krát větší než ve stoncích, zatímco koncentrace vlákniny ve stoncích je 2 až 3 krát větší než v listech. Stonky mají větší obsah neproteinového a nestravitelného dusíku než listy (Andrzejewska et al. 2020). Podle Sikory et al. (2019) díky oddělení listů od stonků a jejich různému obsahu hrubého proteinu, může dojít ke zvýšení poptávky po tomto produktu a zároveň může dojít ke zvýšení výměr ploch s vojtěškou.

Tab. 1: Vývoj ploch a sklizně vojtěšky seté v letech 2014 - 2020.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
plocha (ha)	57 354	57 074	60 052	62 508	65 412	74 896	79 404
sklizeň (t)	480 498	392 391	484 802	444 873	418 333	503 052	540 467
výnos (t/ha)	8,38	6,88	8,07	7,12	6,40	6,72	6,81

(Český statistický úřad 2021)

U vojtěšky seté byl zaznamenán v letech 1980 - 2013 pokles. V posledních letech ovšem plochy narůstají (viz Tab. 1).

Vojtěška má v poslední době velký význam při svém zpracování na bílkovinné koncentráty za pomoci lisování čerstvého krmiva. Bílkovinný koncentrát je kvalitní průmyslový produkt, který se využívá například jako doplněk krmiv pro hospodářská zvířata.

Vojtěška se dále využívá jako doplněk stravy pro člověka. Jedná se o moderní přípravky využívané při léčbě střevních poruch, na podporu imunitního systému a zlepšení vitality organismu (Djukic et al. 2008).

### 3.2.2 Jetel luční (*Trifolium pratense* L.)

Podle Castelmana (2001) má jetel luční dlouhou historii. Byl používán starověkými Řeky, Římany a Kelty jako náboženský symbol. Během pohanské éry byl jetel údajně schopen chránit před čarodějnictvím a zlými duchy.

První zmínka o šlechtěném jeteli, který měl bujnější růst, lepší toleranci k nepříznivým podmínkám a dosahoval většího vzrůstu, pochází z Vlámka roku 1563. Avšak první důkazy o domestikovaném jeteli pocházejí z roku 1270. Novověká kultura jetele lučního pochází z 16. století ze Španělska. V 17. století pak došlo k prvnímu exportu osiva jetele z Nizozemí do Anglie. O datování pěstování jetele lučního na našem území nejsou sjednocené názory (Hejduk & Vašků 2012).

Z botanického hlediska je jetel luční vytrvalá jednoletá rostlina, dvouděložná bylina z čeledi bobovitých. Má mohutný kořenový systém, přizemní listovou růžici s vysokou lodyhou a trojčetnými listy (Korbelář & Endris 1981). Využívá se jako dvou až tří sečná plodina s vysokým obsahem dusíkatých látek a vodorozpustných cukrů. V porovnání s vojtěškou setou má jetel luční širší úživný poměr (Selgen a.s. 2021). Váhový podíl listů a lodyh jetele lučního ve fázi butonizace je 1:1 a v době kvetení je podíl 45 % listů. Klimatické a půdní nároky jsou u jetele oproti vojtěšce seté odlišné. Optimální růstové podmínky, jak uvádí McKenna et al. (2018) jsou následující:

- optimální pH 6,0 - 7,6,
- rozsah optimálních teplot 20 - 25 °C,
- množství ročních srážek 600 - 700 mm.

Jetel luční lze pěstovat jako monokulturu na orné půdě, nebo v jetelotravních směsích na orné půdě. Stejně jako u vojtěšky seté byl v letech 1980 - 2013 zaznamenán pokles osetých ploch. Od roku 2014 do roku 2018 byl zaznamenán nárůst (viz Tab. 2).

Tab. 2: Vývoj ploch a sklizně jetele lučního v letech 2014 - 2020.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
plocha (ha)	43 549	49 091	54 041	59 778	60 020	59 198	56 708
sklizeň (t)	367 430	308 774	417 845	398 053	346 103	375 802	425 051
výnos (t/ha)	8,44	6,29	7,73	6,66	5,77	6,35	7,50

(Český statistický úřad 2021)

Patří k nejdůležitějším pícninám a je využíván jako významná krmná plodina. Kvalita píce jetele lučního je výborná, jedná se o bílkovinné i dosti energeticky bohaté krmivo. V zemědělské praxi je vhodné jetel pěstovat pro vysokou produkci kvalitní píce v čerstvém stavu pro přímé krmení. Krmivářskou předností jetele lučního je pomalé stárnutí hmoty, které se projevuje nižší lignifikací. Oproti vojtěšce seté má stravitelnější stonky. Jetel je vhodné zkrmovat do doby květu bez významného poklesu jeho nutriční hodnoty (Selgen a.s. 2021). Jetel luční má vysoký obsah bílkovin, minerálních látek a obsahuje fytoestrogeny (izoflavony - genistein, daidzein, biochanin A a formononetin, izoflavonidy). Při silážování dochází k nižšímu rozkladu bílkovin.

Dále se jetel luční využívá na zelené hnojení. Také je považován za důležitou medonosnou rostlinu (Reader's Digest 2002). Pro použití v lékařství se využívá květ jetele. Slouží jako léčivá i technická droga (Korbelář & Endris 1981).

### 3.2.3 Kvalita píce

Kvalita píce je definována několika způsoby. Jak uvádí Ball et al. (2001), tak kvalita píce je často špatně chápána. Zahrnuje jednoduchý koncept, a i přesto obsahuje hodně složitostí. Kvalita píce se velmi liší, a v rámci nutričních potřeb se také liší u jednotlivých druhů zvířat. Adekvátní výživa zvířat je závislá na kvalitě píce a nezbytná pro zisk, pro produkci mléka, efektivní reprodukci a adekvátní výnosy.

Kvalitu píce lze definovat, jako míru v jaké má krmivo potenciál vyvolat požadovanou reakci zvířete. Mezi faktory ovlivňující kvalitu píce v závislosti na zvíře patří následující. Chutnost, kdy si zvířata píci vybírají podle vůně, pocitů a chuti. Chutnost může být ovlivněna texturou, listnatostí, hnojením, vlhkostí, napadením škůdci nebo sloučeninami které způsobují, že je píce sladká, kyselá nebo slaná. Vysoce kvalitní píce je obecně velmi chutná. Příjem, kde platí, že čím vyšší je kvalita píce a její chutnost, tím je vyšší příjem. Stravitelnost, která představuje míru, do jaké je píce absorbována při průchodu trávicím traktem zvířete. Stravitelnost se velmi liší. Podle Balla et al. (2001) mohou být nezralé rostlin tráveny z 80 - 90 %, zatímco zralý stonek je tráven méně než z 50 %. Živé rostliny pícnin obvykle obsahují 70 - 90 % vody, ale pro standardizované analýzy se obsahy jednotlivých živin obvykle vyjadřují v sušině. Sušinu píce lze rozdělit do dvou kategorií. Nestrukturální, jako jsou bílkoviny, cukr a škrob, a strukturální, kam se řadí lignin, hemicelulóza a celulóza. Dále zde hraje roli i obsah antinutričních složek, kdy různé sloučeniny mohou snižovat kondici zvířat, mohou způsobovat nemoci, nebo mohou dokonce vést k úhynu zvířat. Mezi tyto sloučeniny patří taniny, dusičnany, alkaloidy, kyanoglykosidy, estrogeny a mykotoxiny. Odrazem kvality píce je kondice zvířat. Nedostatečná kontrola některých z faktorů může snížit kondici zvířat, což snižuje potenciální příjem.

Kvalitu píce ovlivňuje několik faktorů. Mezi primární faktory se řadí druh píce, fáze zralosti při sklizni, a u skladovaných pícnin je to způsob sklizně a skladování. Mezi sekundární faktory patří úrodnost, hnojení, odrůda a teplota během růstu píce. Rostliny pěstované při vysokých teplotách mají obecně nižší kvalitu než rostliny pěstované při nižších teplotách. Fáze dospělosti při sklizni je nejdůležitější faktor určující kvalitu píce daného druhu. Kvalita s postupující fází zralosti klesá. Hnojení dusíkem často podstatně zvyšuje výnos a obsah proteinu. Hnojení fosforem, draslíkem nebo jinými živinami, které zvyšují

výnos, můžou ve skutečnosti snížit kvalitu píce. Nadměrné hnojení draslíkem v některých případech může snížit dostupnost dalších prvků, jako je hořčík (Ball et al. 2001).

### 3.3 Antinutriční látky jetelovin

Obecně se jedná o látky přirozeně se vyskytující v rostlinných komoditách. Mezi antinutriční látky patří jak látky organické, tak anorganické. Mnoho rostlin a semen leguminóz a také jednotlivých částí rostlin obsahují v surovém stavu širokou škálu antinutričních látek, které jsou potencionálně toxické. Vědomí, že tyto sloučeniny vyvolávají nejen toxické reakce, ale také biologicky výhodné reakce vedlo k několika výzkumům ohledně jejich možných fyziologických důsledků v různých biologických systémech. Některé látky jsou známé jako sekundární metabolity, které vyvolávají jak škodlivé, tak příznivé účinky ve výživě (Tadele 2015).

Rozdělení antinutričních látek:

- antinutriční látky kontaminující krmiva,
- antinutriční látky vznikající v krmivech jako produkty fyzikálních, chemických a biologických procesů,
- antinutriční látky přirozeně se vyskytující v krmivech.

Antinutriční látky lze z hlediska toxicity rozdělit do čtyř skupin, na netoxické, s různou úrovní toxicity, vysoce toxické, a se specifickými toxickými účinky. Mezi netoxické antinutriční látky se řadí vláknina a lignin. Do skupiny s různou úrovní toxicity se řadí saponiny, glykosidy a třísloviny. Mezi antinutriční látky s vysokou toxicitou patří alkaloidy, mykotoxiny a kyanogenní glykosidy. Skupina se specifickými toxickými účinky se dále dělí podle toho, jaké účinky má na organismus.

Podle Opletala a Šimerdy (2008) je všeobecně známo, že jeteloviny syntetizují kumestany a isoflavony, označované jako fytoestrogeny. Kumestany jsou obsaženy ve vojtěšce, v jeteli plazivém a jeteli lučním. Vojtěška a jetel plazivý syntetizují isoflavony. Gu (2007) dodává, že jetel luční je také bohatá jetelovina na isoflavony. Produkce těchto fytoestrogenů se během dlouhodobého sucha zvyšuje. Estrogenní aktivita se sušením snižuje.

Kyanogenní glykosidy jsou obsaženy v jeteli plazivém nebo štírovníku růžkatém, který dále obsahuje třísloviny. Kumarinové glykosidy jsou přítomny v komonici bílé. Existují i druhy jetelovin, které jsou schopné produkovat alkaloidy. Čičorka pestrá obsahuje glykosid coronillin.

Mezi další antinutriční látky obsažené v jetelovinách patří například saponiny a taniny. Taniny (také známé jako třísloviny) jsou ve výživě zvířat považovány za antinutriční látky, ale v určité koncentraci mohou mít příznivý vliv na zvířata v důsledku antimikrobiálních a antioxidačních vlastností. Mají schopnost reagovat s bílkovinami a způsobují inhibici řady enzymů. Reagují s bílkovinami střešní stěny a způsobují zhoršené vstřebávání živin. Taniny z rostlinných extraktů působí jako prevence proti střevním parazitům, bakteriím a virům. Třísloviny v jetelovinách nepřekračují hodnotu 3,5 %, která není pro zvířata nebezpečná, naopak působí příznivě na příjem píce a může docházet ke sníženému riziku výskytu parazitů (Opletal & Šimerda 2008).

### 3.3.1 Význam antinutričních látek

Přítomnost antinutričních látek v krmivech pro hospodářská zvířata ovlivňuje využití krmiva, snižuje příjem živin, trávení, vstřebávání, dále ovlivňuje účinnou přeměnu potravin, produktivitu zvířat a jejich využití může vyvolat další nežádoucí účinky (Cheeke 1971; Sen et al. 1998; Tadele 2015). Působení antinutričních látek na organismus zvířat a jejich produkci je dáno řadou faktorů, mezi které patří chemické vlastnosti dané látky, množství přijaté a resorbované látky, genetická dispozice zvířete, věk zvířete, pohlaví zvířete, fyziologický stav zvířete, patologický stav zvířete a individualita zvířete. Antinutriční látky mají negativní dopad na organismus zvířat a jejich produkci. Výše zmíněné využití krmiva způsobuje například lignin, vláknina, křemičitany a dusičnany. Do hormonálního metabolismu zasahují fytoestrogeny. Antinutriční látky v trávicím traktu reagují s jinými látkami a vznikají látky toxické. V rostlinné říši existuje široká distribuce biologicky aktivních složek využívaných zejména jako krmivo pro zvířata a ve výživě lidí. Ovlivňují činnost některých enzymů v trávicím traktu člověka a zvířat. Omezují účinky vitaminů, narušují metabolismus minerálních látek a zhoršují výživovou hodnotu potravin. Mykotoxiny jsou považovány za antinutriční látky, jelikož ohrožují bezpečnost potravin (Tadele 2015).

Kyanogenní glykosidy chrání rostliny před škůdci, jedná se o látky s hořkou povahou. Například u jetele je hladina kyanogenních glykosidů pod hladinou toxicity, ale jejich přítomnost může negativně ovlivnit příjem píče, a u přežvýkavců, kteří jsou citliví vůči rostlinným kyanogenům může docházet k otravě.

Kumarinové glykosidy jsou vlivem plísní přeměněny na dikumarol. Dikumarol zpomaluje metabolismus vitamínu K, tím dochází k otravě, která se projevuje krvácením a špatnou srážlivostí krve.

### 3.3.2 Saponiny

Kalač a Míka (1997) ve své publikaci představují saponiny jako skupinu přírodních látek, která svůj název získala podle schopnosti vytvářet pěnu a podle smáčecích účinků. Man et al. (2010) doplňují, že saponiny jsou skupina přirozeně se vyskytujících rostlinných glykosidů, a mají vlastnosti povrchově aktivních látek, protože se skládají z hydrofilní sacharidové složky a z lipofilního aglykonu. Saponiny se podle Kalače a Míky (1997) vyskytují v četných rostlinách a rovněž v tělech některých mořských živočichů, například v těle *Cercodemas anceps*, nám známé jako mořská okurka. Vzhledem ke značné chemické rozdílnosti mají saponiny i rozdílné biologické účinky. Rostliny jako jsou lékořice, ženšen, šalvěj, čaj či tymián jsou využívány jako léčivé byliny a pochutiny. Existuje široká škála rostlin, která obsahuje saponiny s antinutričními účinky.

Aglykony saponinů jsou sloučeniny odvozené od triterpenových alkoholů nebo od steroidů. Podle tohoto se saponiny dělí na triterpenoidní a steroidní. Triterpenoidní saponiny se vyskytují u dvouděložných rostlin, zatímco u jednoděložných rostlin se vyskytují saponiny steroidní (Hussain 2019).

Triterpenoidní saponiny jsou z derivátů triterpenoidů lupeolu,  $\alpha$ -amyrinu a  $\beta$ -amyrinu. Triterpenoidní saponiny se nacházejí v různých rostlinných čeledích. Nejznámější triterpenoidní saponin je sojasaponin A, který obsahuje sója luštinatá. Sojasaponin A má



štíplavou chuť. Sojasaponin B je obsažen v cizrně. Saponin glycirrhizin, obsažený v lékořici má typickou sladkou chuť lékořice.

Steroidní saponiny mají aglykony navázané na steroidy spirostanol nebo furostanol. Pro tuto kategorii je typická hořká chuť. Jsou typické pro čeled' česnekovité (Man et al. 2010). Obecná charakteristika saponinů je uvedena v Tab. 3.

Tab. 3: Obecná charakteristika saponinů.

Obecná charakteristika saponinů
mají hořkou, svíravou chuť
ve vodných roztocích vytvářejí stabilní pěnu
hemolizují červené krvinky <i>in vitro</i>
jsou toxické pro studenokrevné živočichy (ryby, plže, hmyz)
mají schopnost reagovat se žlučovými kyselinami, cholesterolem a dalšími 3- $\beta$ -hydroxysteroidy za vzniku směsných micel

(Kalač & Míka 1997)

Habtammu a Ratta (2014) dále uvádějí, že se jedná o sekundární sloučeniny, které jsou obecně známé, jako netěkavé. Strukturní složení saponinů má řadu fyzikálních, chemických a biologických vlastností, které zahrnují sladkost a hořkost, emulgují a pění. Přítomnost saponinů byla potvrzena u více než 100 rostlinných druhů a existuje asi 11 druhů saponinů. Hussain (2019) uvádí, že obsah saponinů v rostlinách je dynamický a dosud bylo popsáno okolo 200 různých struktur saponinů.

Sen et al. (1998) uvádějí, že rostliny využívají tyto chemické látky k obraně proti rozmarům životního prostředí. Kalač a Míka (1997) popisují některé ze saponinů, jako přirozené pesticidy proti houbám a hmyzu. Pesticidní účinky jsou saponinům přisuzovány díky jejich hořké chuti, uložení v napadnutelných částech rostliny a schopnosti tvořit komplexy se steroly membrán konzumentů, vedoucí k propustnosti membrán a ke ztrátě celistvosti buněk. Jak triterpenoidní, tak steroidní saponiny vykazují i akaricidní účinky (Hussain 2019).

#### Saponiny v píci jetelovin

V krmivech převládají saponiny s triterpenoidními sapogenoly. Kalač a Míka (1997) popisují nejvýznamnější výskyt saponinů právě ve vojtěšce. U sladkých odrůd vojtěšky je obsah saponinů do 0,3 % hmotnosti v sušině. Ve vysokosaponinových genotypech může obsah saponinů přesáhnout i 2 % v sušině. Podle četných poznatků se uvádí, že obsah saponinů je v první seči nižší než v sečích následujících. Nejvyšší obsah je ve fázi před začátkem kvetení. Obsah saponinů v listech je pak až několikanásobně vyšší než ve stoncích. Massiot et al. (1991) popisují několik saponinů vyskytujících se v píci vojtěšky, jejichž obsah i charakter závisí na genotypu a vnějších faktorech. Pecetti et al. (2006) dodává, že odrůda je klíčovým faktorem v obsahu saponinů u vojtěšky seté a na základě toho upozorňuje na opatrnost při krmení zvířat vojtěškou sklizenou koncem léta a zejména pak krmení píci sklizenou na starých porostech. Kalač a Míka (1997) pak uvádějí, že se to zjistilo

i u tehdejších československých odrůd a genotypů. V nadzemní části vojtěšky se vyskytují sojasapogenoly A až F, kyselina medikagenová, hederagenin a kyselina zanhová. Za biologicky nejzávažnější se považují saponiny odvozené od kyseliny medikagenové (Kalač & Míka 1997; Tava et al. 1999; Pecetti et al. 2006; Tava et al. 2011).

Účinnost saponinů vojtěšky vůči konzumentům závisí na charakteru aglykonu. Oleszek (1993) saponinům vylučovaným z kořenů vojtěšky přisuzuje značné alelopatické účinky. Saponiny ve velmi nízkých koncentracích stimulují růst následných plodin. Při vysokých koncentracích saponinů naopak silně inhibují růst následných plodin.

Saponiny jsou považovány za hlavní antinutriční látky vojtěšky. Kalač et al. (1996) dále uvádějí, že se obvykle jedná o triterpenoidní glykosidy skládající se z aglykonu (sapogenin) a z hydrofilního cukerného zbytku. Hlavní částí aglykogenu vojtěšky jsou kyselina medikagenová, hederagenin, kyselina zanhová a sojasapogenol. Price et al. (1987) uvádí, že rozdíly v biologických účincích saponinů jsou spojeny s jejich různými chemickými strukturami.

Bylo prokázáno, že saponiny obsažené ve vojtěšce mají oproti jiným antinutričním látkám větší vliv na chutnost, příjem a dostupnost živin pro drůbež a přežvýkavce. Saponiny obsažené ve vojtěšce mohou u přežvýkavců způsobit tympanie a zelená píče s obsahem saponinů může vyvolat podráždění střev, protože saponiny vykazují dráždivé účinky na sliznici trávicího traktu. Sen et al. (1998) připisují většinu antinutričních účinků na monogastriká zvířata glykosidům kyseliny zanhové.

Neexistuje mnoho informací o změnách obsahu saponinů při silážování a během konzervace. Tímto problémem se zabývali Kalač et al. (1996) a zjistili, že během měření obsahu saponinů došlo někdy až k 100% ztrátám, a že saponiny s kyselinou medikagenovou, která je považována za látku s nejvyšší antinutriční aktivitou, byla méně stabilní než saponin sojasapogenol B. Dále k studii změn a obsahu saponinů během silážování jsou nutné další pokroky v analytické metodice.

Obsah saponinů lze také stanovit pomocí metody nukleární magnetické rezonance (NMR), přesnější je pak metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC), která detekuje širší škálu saponinů. Další možností pro stanovení množství saponinů je využití kolorimetrické metody a chromatografie na tenké vrstvě (TLC), které jsou levnější a šetří čas (Sen et al. 1998). Dříve se ke stanovení obsahu saponinů využívalo stanovení pomocí inhibice růstu plísně *Trichoderma viride*, ovšem pomocí tohoto stanovení nešlo detekovat kyselinu zanhovou. Přechodem od tohoto stanovení byla již zmíněná metoda TLC a také plynová chromatografie (Kalač & Míka 1997).

#### Působení saponinů na lidský organismus a na organismus zvířat

Je známo, že saponiny mají užitečný vliv na organismus lidí. Snižují hladinu cholesterolu, mají antioxidační účinky, působí proti virům a jako stimulant imunity (Shi et al. 2014). Podle některých výzkumů mohou saponiny přijímané z potravinových zdrojů snižovat riziko rakoviny (Man et al. 2010). Podle japonské studie Nakashima et al. 1989 se zjistilo, že saponiny obsažené v sóje mohou mít inhibiční aktivitu proti infekci HIV.

Saponiny přítomné ve velkém množství mohou být orálně toxické vůči zvířatům. Cheeke (1971) dodává, že saponiny přijímané intravenózně jsou 10 - 1000 krát toxicitější než

při orálním podání. Bylo zjištěno, že saponiny vojtěšky jsou nutričně nežádoucí u drůbeže, potkanů, králíků a prasat (Mazahery-Laghab et al. 2011).

Biologicky účinné jsou především nenarušené saponiny. Saponiny podléhají působením žaludečních šťáv, střevních bakterií a střevních enzymů hydrolýze. Klita et al. (1996) uvádí zpomalení růstu zvířat při vysokém příjmu krmiv obsahující saponiny. Toto vysvětluje hořkost snižující příjem krmiva. Jiní autoři pak přisuzují zpomalení růstu kuřat vlivem zpomalení průchodu tráveniny trávicím traktem, a tím i nižšímu příjmu krmiva. Cheeke (1971) dále uvádí, že saponiny přijímané v krmivu způsobují u přežvýkavců nadýmání a u monogastrů mohou díky účinkům na růst následně způsobovat anorexii. Zatím nejsou známy žádné přesné informace o smrtelných dávkách saponinů u hospodářských zvířat (Pecetti et al. 2006). Smrtelné dávky (LD<sub>50</sub>) saponinů z 12 různých rodů tolíce pro žábronožku solnou uvádí Tava a Pecetti (2012). Jiný autor pak stanovil smrtelnou dávku (LD<sub>50</sub>) kyseliny zanhové pro křečky, která je 562,5 mg/kg tělesné váhy.

#### Možnosti eliminace saponinů

Možné způsoby eliminace saponinů popsali Kalač et al. (1996), kdy jedním možným způsobem může být silážování zavadlé vojtěšky. Biologická aktivita saponinů se snižuje hydrolýzou. Malý úbytek saponinů byl pozorován u čočky při jejím nabobtnání ve vodě a následném vaření (Kalač et al. 1997).

## 4 Metodika

### 4.1 Charakteristika stanoviště

Biofarma Sasov je soukromá zemědělská farma, kterou založil Josef Sklenář v roce 1991, farma se rozléhá na 480 hektarech zemědělské půdy na okraji Jihlavy (278 hektarů je využíváno jako orná půda a 202 hektarů slouží jako pastviny a louky). Veškeré hospodářství a jeho produkce jsou od roku 1999 certifikována jako podnik ekologického zemědělství. Farma se zabývá nejen rostlinnou produkcí, ale také chovem masných plemen skotu a venkovním chovem přeštických černostrakatých prasat. Ekologické hospodaření na farmě je založeno na vytváření co nejlepších podmínek welfare chovu zvířat. Stáda zvířat jsou tvořena v rodinných skupinách, kde spolu na pastvinách chovají prasnice s kanci a selaty. Zvířata nekastrují. Pěstují pro ně, a míchají i vlastní krmiva. Farma své produkty nabízí k prodeji prostřednictvím projektu POLOPO (pochtivé lokální potraviny).

Farma se nachází v oblasti Českomoravské vrchoviny a leží v bramborářské výrobní oblasti, pro kterou jsou charakteristické méně příznivé podmínky. Nadmořská výška dosahuje 500 až 550 m nad mořem. Klimatický region je mírně teplý, vlhký. Charakteristika klimatického regionu je uvedena v Tab. 4.

Tab. 4: Charakteristika mírně teplého, vlhkého klimatického regionu.

Charakteristika klimatického regionu	Rozsah hodnot
Suma teplot nad 10 °C	2200 - 2400
Průměrná roční teplota °C	6 - 7
Průměrný úhrn srážek (mm)	650 - 750
Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	5 - 15
Vláhová jistota ve vegetačním období	Nad 10

(Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. 2021)

Nejchladnějším měsícem je leden s průměrnou teplotou vzduchu - 3,8 °C. Nejteplejším měsícem je červenec s průměrnou denní teplotou 16,5 °C. Okres Jihlavy je charakterizován převládajícím směrem proudění vzduchu od severozápadu, západu a jihovýchodu.

Hlavní půdní jednotku TTP a orné půdy tvoří převážně kambizemě modální eubazické až mezobazické na hrubých zvětralinách, propustných, minerálně chudých substrátech, žulách, syenitech, granodioritech, méně ortorulách, středně těžké lehčí s vyšším obsahem grusu, vláhově příznivější ve vlhčím klimatu. Jedná se o půdy s vysokou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky nebo šterky. Podle BPEJ se jedná o produkčně málo významné půdy.

## 4.2 Polní odběry vzorků píce

Na farmě se pěstuje směs jetele lučního a vojtěšky seté (odrůda Magda) v poměru 50:50. Sklizeň píce probíhá třikrát ročně. Polní odběry vzorků píce na analýzu obsahu saponinů byly odebrány na jaře v období sklizně první seče ve dvou opakováních. Směsné vzorky píce (vojtěšky seté a jetele lučního) byly ručně roztříděny na vzorky vojtěšky seté a jetele lučního a píce obou druhů byla manuálně separována na listy a lodyhy. Tyto vzorky byly následně konzervovány dvěma způsoby:

### 4.2.1 Lyofilizace

Jde o sušení vlhkých materiálů mrazem. Princip lyofilizace je založen na sublimaci zmrzlé vody při nízkém tlaku a teplotě. Při této metodě sušení nedochází k přímému přechodu vody z kapalného do plynného skupenství. Nedojde tak k poškození sušeného materiálu. Výsledkem lyofilizace je lyofilizát. Lyofilizací nedojde ke ztrátám látek obsažených v rostlinném vzorku. Samotný postup lyofilizace má tři fáze. Nejprve dojde ke zmrazení materiálu a poté se ve dvou krocích suší.

#### Zmrazení

Tuto fázi je nutné provádět velmi opatrně, aby nedošlo k mikroskopickému poškození materiálu. Obvykle se materiál zmrazí na teplotu mezi - 50°C, - 80 °C až - 100 °C. Při tomto kroku se vlhký materiál zmrazí pod teplotu, při které nemůže existovat v kapalném skupenství.

#### Primární sušení

Při primárním sušení je v mrazícím zařízení snížen tlak vzduchu na několik stovek Pa. Poté je dodáno tolik tepla, aby voda mohla začít sublimovat. Tímto procesem se z materiálu odstraní asi 95 % vody. Sušení trvá několik hodin až dní. Vzniklá vodní pára desublimuje na chladičích. Tímto se zabrání vniknutí vodních par do vývěvy.

#### Sekundární sušení

Sekundární sušení se využívá v případě, že je třeba dosáhnout ještě suššího stavu. Při této fázi se odstraní zbývající nezmrznuté molekuly vody, které se drží na povrchu díky adsorpci. Teplota v sušící komoře se zvedne, což naruší vazby mezi vodou a pevným materiálem. Tlak se sníží. Po druhém sušení v materiálu zůstává okolo 1 až 4 % vody.

### 4.2.2 Horkovzdušné sušení

Získané směsné vzorky byly nejprve roztříděny na vojtěšku setou a jetel luční. Následně se píce ručně separovala na listy a lodyhy. Všechny vzorky byly umístěny do skříňové sušárny Venticell, kde se při teplotě 60 °C sušily do konstantní hmotnosti. Toto představuje standardní postup zpracování vzorků píce pro následné analýzy nutriční hodnoty.

### 4.3 Odběry vzorků sena

Odběr vzorků sena pro stanovení obsahu saponinů byl realizován na podzim roku 2020, kde byly ve dvou opakováních odebrány vzorky z balíků sena sklizeného v roce 2019, a to ve třech různých šaržích, reprezentující první a druhou seč. K odběru byla použita ruční vzorkovací tyč pro odběr vzorků z balíků sena (viz Příloha I). Válcové balíky sena byly na farmě usušeny odpadním teplem z bioplynové stanice. Odebraná píce byla manuálně separována na listy a lodyhy (viz Příloha II) a byl stanoven jejich hmotností podíl v píci.

### 4.4 Stanovení obsahu saponinů pomocí NMR metody

Nukleární magnetická rezonance (NMR) je fyzikální metoda, při níž se využívá vzájemného působení magnetického pole a jaderného spinu. Pracuje se stabilními izotopy chemických prvků a nevyužívá radioaktivitu.

Na každých 50 mg vzorku píce bylo přidáno 500  $\mu\text{L}$  deuterovaného methanolu (rozpuštědla) a 500  $\mu\text{L}$  pufru  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (90 mM, pH 6,0) v  $\text{D}_2\text{O}$  obsahující 0,01% trimethylsilyl sodné soli (hmotnost/objem). Takto smíchaná směs byla míchána při pokojové teplotě po dobu 1 minuty, ultrazvukem po dobu 15 minut a centrifugována byla dvakrát při 15 000 otáčkách za minutu po dobu 10 minut. Alikvotní část z 600  $\mu\text{L}$  supernatantu byla převedena do NMR zkumavek. Fosfátový pufr byl připraven přidáním 90 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  a 0,01 % trimethylsilylem sodné soli. Hodnota pH byla upravena na 6,0 pomocí 1,0 M roztokem deuteroxidu sodného.

#### Naměření a úprava spekter NMR dat

Všechna spektra byla zaznamenávána při 298 K (25 °C) na spektrometru Bruker Avance III vybaveném širokopásmovým pozorováním fluoru (BBFO) SmartProbe<sup>TM</sup> s gradienty osy (Bruker BioSpin GmbH, Rheinstetten, Německo) pracující s  $^1\text{H}$  NMR na frekvenci 500,23 MHz.  $^1\text{H}$  NMR spektra byla získána a zpracována za stejných podmínek. K potlačení signálu zbytkové vody při 4,84 ppm byla použita pulzní sekvence Bruker (neosypr 1 d). Pro každý vzorek bylo shromážděno 128 skenů a 4 fiktivní skenování jako 64 K datové body za použití spektrální šířky 8 K Hz, relaxační zpoždění 1 s, doba akvizice 4,00 s a čas míchání 0,1 s. Celková doba akvizice byla 11 minut. Ladění, blokování, zesílení, 90° pulzní kalibrace a překrývání bylo pro každý vzorek provedeno automaticky standardním modulem vyvinutým společností Bruker. Volný indukční úpadek byl před Fourierovou transformací vynásoben rozšířením čáry 0,3 Hz. Všechny vzorky byly kalibrovány na vnitřní standard TMSP při 0,0 ppm. Spektra byla zpracována, fáze a základ upraveny v Chenomx NMR suite 8,4 (Chenomx Inc., Alberta, Kanada) za účelem identifikace metabolitů pomocí databáze podpisů, včetně námi vytvořených 48 podpisů.

## 4.5 Statistické hodnocení

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny dvoufaktorovou analýzou rozptylu s interakcí v programu STATISTICA 12.0 na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V případě průkaznosti statistických rozdílů F-testu byl proveden post-hoc Tukey HSD test, také na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

## 5 Výsledky

### 5.1 Hodnocení způsobu konzervace na obsah saponinů

Pro analýzu obsahu saponinů byly použity pouze listy a lodyhy vojtěšky seté. Statistické vyhodnocení vlivu sledovaných faktorů na obsah saponinů je uvedeno v Tab. 5.

**Tab. 5: Vliv částí rostliny a způsobu konzervace na obsah saponinů (TOT) a na obsah kyseliny medikagenové a sojasapogenolů (mg/g sušiny) obsažených ve vojtěšce seté.**

		TOT	Kyselina medikagenová	Sojasapogenol A	Sojasapogenol B
Část rostliny	listy	0,42	0,080	0,24	0,095 <sup>a</sup>
	lodyhy	0,28	0,073	0,16	0,045 <sup>b</sup>
	P	0,172	0,769	0,387	<b>0,022</b>
Úprava vzorku	sušení	0,24 <sup>a</sup>	0,085	0,085 <sup>a</sup>	0,068
	lyofilizace	0,47 <sup>b</sup>	0,068	0,320 <sup>b</sup>	0,073
	P	<b>0,047</b>	0,504	<b>0,046</b>	0,733
interakce	P	0,863	0,682	0,577	0,335

Poznámka: TOT (saponiny celkem). Rozdílné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazné rozdíly (Tukey HSD test;  $\alpha = 0,05$ ).

Část rostliny významně ovlivňovala obsah sojasapogenolu B, přičemž obsah v listech byl o 0,05 mg/g sušiny vyšší než v lodyhách. Úprava vzorku měla významný vliv na celkový obsah saponinů a na obsah sojasapogenolu A, kde platí, že vyšší hodnoty byly zaznamenány u lyofilizace. Obsah celkových saponinů byl u lyofilizovaných vzorků vyšší o 0,23 mg/g sušiny a u sojasapogenolu A byl obsah u lyofilizovaných vzorků vyšší o 0,235 mg/g sušiny oproti sušeným vzorkům. Žádná z testovaných interakcí nebyla statisticky významná.



## 5.2 Hodnocení vlivu šarže na obsah saponinů obsažených v píce jetelovin

Statistické vyhodnocení sledovaných faktorů na obsah saponinů obsažených v píce jetelovin je uvedeno v Tab. 6.

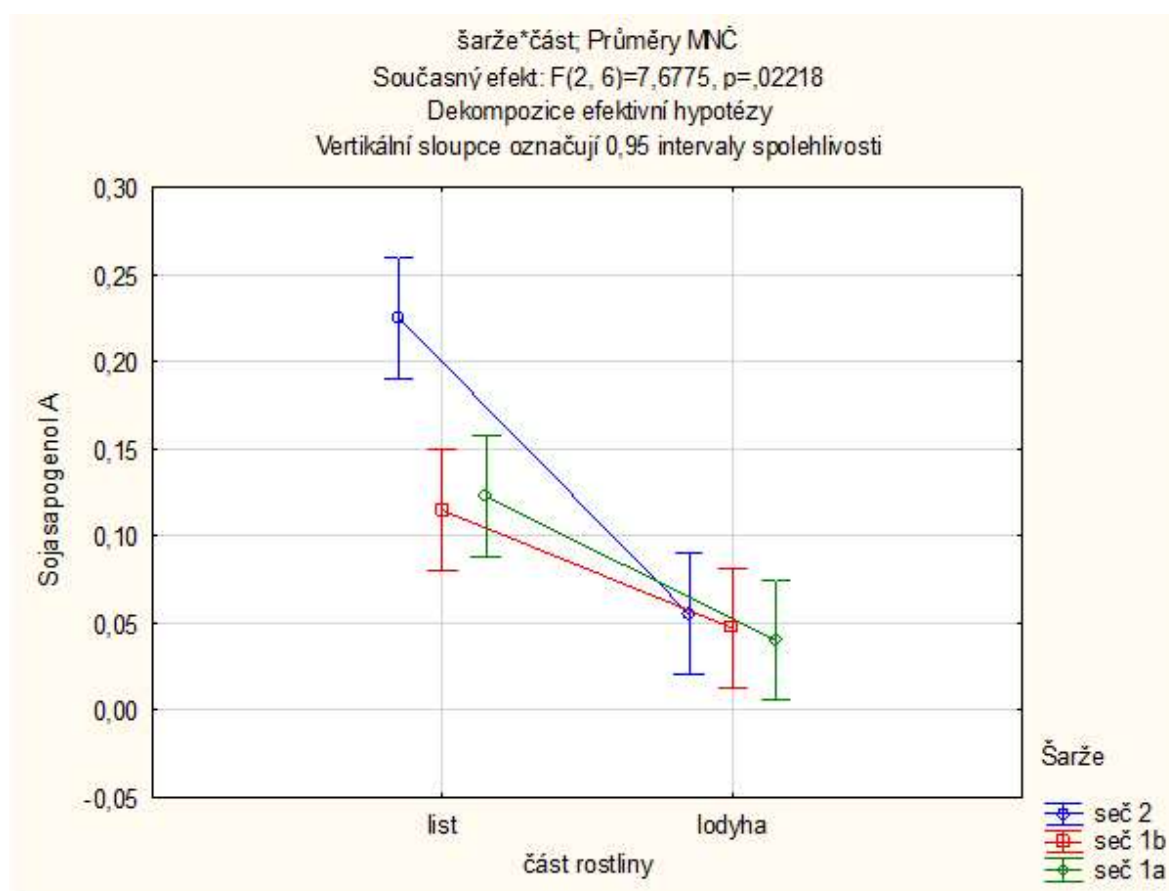
**Tab. 6: Vliv šarže a částí rostlin na celkový obsah saponinů (TOT) a na obsah kyseliny medikagenové a sojasapogenolů (mg/g sušiny) obsažených v píce jetelovin.**

		TOT	Kyselina medikagenová	Sojasapogenol A	Sojasapogenol B
Část rostliny	listy	0,44 <sup>a</sup>	0,126	0,154 <sup>a</sup>	0,161 <sup>a</sup>
	lodyhy	0,23 <sup>b</sup>	0,138	0,047 <sup>b</sup>	0,044 <sup>b</sup>
	P	<b>0,001</b>	0,580	<b>&lt; 0,001</b>	<b>0,002</b>
Šarže	Seč 1a	0,31	0,141	0,081 <sup>a</sup>	0,086
	Seč 1b	0,32	0,130	0,081 <sup>a</sup>	0,109
	Seč 2	0,38	0,125	0,140 <sup>b</sup>	0,113
	P	0,299	0,799	<b>0,009</b>	0,575
interakce	P	0,191	0,836	<b>0,022</b>	0,716

Poznámka: Rozdílné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazné rozdíly (Tukey HSD test;  $\alpha = 0,05$ ).

Část rostliny významně ovlivnila celkový obsah saponinů, obsah sojasapogenolu A i sojasapogenolu B, přičemž platí, že vyšší obsah u těchto parametrů byl v listech píce jetelovin. Šarže měla významný vliv na obsah sojasapogenolu A, kdy nejvyšší hodnota byla zaznamenána u vzorků z druhé seče.

**Graf 1: Interakce vlivu částí rostlin a šarže na obsah sojasapogenu A.**



Z grafu vyplývá, že obsah sojasapogenu A byl nejvyšší u listů píče jetelovin v šarži z druhé seče (průměrně 0,225 mg/g sušiny), přičemž v šarži u seče 1a byl průměrný obsah sojasapogenu A 0,123 mg/g sušiny. Nejnižší obsah byl zaznamenán u seče 1b s průměrnou hodnotou 0,115 mg/g suchého vzorku. Oproti tomu obsah sojasapogenu A v lodyhách píče jetelovin byl v jednotlivých šaržích konstantní a pohyboval se v rozmezí 0,40 - 0,55 mg/g sušiny. Z grafu můžeme usoudit, že obsah sojasapogenu A se s pořadím seče zvyšuje, ale pouze v listech, zatímco v lodyhách zůstává prakticky konstantní.

### 5.2.1 Podíl listů obsažených v balících sena

Pomocí statistického vyhodnocení za použití jednofaktorové ANOVY byl analyzován vliv uvedených faktorů na hmotnostní podíly listů ve vzorcích sena.

Průměrný podíl listů mezi šaržemi se pohyboval od 50 do 55 %. Mezi podíly listů nebyl statisticky průkazný rozdíl ( $-p\text{-value } 0,585$ ).

## 6 Diskuze

V odebrané píci vojtěšky seté a ve směsi jetelovin (vojtěšky seté a jetele lučního) odebrané z balíků sena byly pomocí metody NMR detekovány sojasapogenoly A a B a kyselina medikagenová. Sen et al. (1998) uvádějí, že v listech vojtěšky seté lze dále detekovat pomocí metody HPLC hederagenin a kyselinu zanhovou, pro které však v laboratoři nebyly dostupné standardy.

Různí autoři považují kyselinu medikagenovou za biologicky nejzávažnější a nejobsaženější saponin ve vojtěšce seté (Kalač & Míka 1997; Tava et al. 1999; Pecetti et al. 2006; Tava et al. 2011). Ovšem Sen et al. (1998) připisuje nejzávažnější antinutriční účinky na monogastrická zvířata kyselině zanhové.

Vzhledem k potřebám biofarmy Sasov u Jihlavy zajistit dostatečné množství vlastních proteinových krmiv právě pro ekologický chov prasat a toho, že podle výše uvedeného autora má nejvyšší antinutriční účinky kyselina zanhová, by bylo vhodné vedle metody NMR provést také analýzu stanovení obsahu saponinů v píci jetelovin (vojtěšky seté a jetele lučního) pomocí metody HPLC, protože touto metodou lze přesněji stanovit obsahy jednotlivých saponinů.

Tava et al. (1999) stanovili obsah kyseliny zanhové v pěti odrudách vojtěšky seté pomocí HPLC metody. U jedné odrůdy zjistili, že obsah kyseliny zanhové stoupal s každou sečí, zatímco u zbývajících čtyřech odrůd vojtěšky seté zjistili nestabilní obsah. Ovšem Tava et al. (1993) v dřívější studii dvou jiných odrůd vojtěšky seté pomocí metody HPLC nedetekovali obsah kyseliny zanhové. Platí tedy, že odrůda je klíčovým faktorem v obsahu saponinů jak uvádí Pecetti et al. (2006).

### 6.1 Srovnání způsobu konzervace na obsah saponinů vojtěšky seté

Prezentované výsledky ukázaly, že u všech sledovaných saponinů (kyseliny medikagenové, sojasapogenolu A a sojasapogenolu B) byl vyšší obsah v listech, které jsou pro zvířata stravitelnější a obsahují více bílkovin (Blair 2007). Při plánovaném krmení pouze separovanými listy by se měl tento problém zvýraznit. Ačkoliv nejsou doposud známé smrtelné dávky saponinů na hospodářská zvířata (Pecetti et al. 2006) je důležité vědět, že obsah saponinů přítomných ve vojtěšce seté výrazně omezuje její využití jako krmiva pro monogastrická zvířata (Cheeke 1996). Nejzastoupenějším saponinem v listech vojtěšky seté byl sojasapogenol A.

Výsledky celkových saponinů, sojasapogenolu A a sojasapogenolu B vykazovaly vyšší hodnoty u lyofilizovaných vzorků. Lyofilizace ukazuje obsah saponinů ve sklizňových vzorcích bez jejich potenciální degradace dané konzervací píce. Szumacher et al. (2019) sledovali změny obsahu saponinů na deseti odrudách vojtěšky seté v čerstvé píci a u silážované píce. Zjistili, že obsah celkových saponinů (kyseliny medikagenové, kyseliny zanhové a sojasapogenolu B) v čerstvé píci je mnohem nižší než u silážované vojtěšky seté ve všech deseti odrudách. Například čtyři z pěti glykosidů kyseliny zanhové během silážování degradovaly, dále během silážování u všech deseti odrůd degradoval pouze jeden z glykosidů kyseliny medikagenové ze sedmi a dva zjištěné glykosidy sojasapogenolu B se chovaly zcela odlišně, kdy se jeden během silážování zvýšil a druhý snížil. Autoři dále uvádějí, že celková

koncentrace saponinů se u některých odrůd během silážování dvakrát až třikrát zvýšila. Stejným výzkumem se zabývali Kalač et al. (1996), kdy sledovali změny obsahu saponinů v čerstvé píce a v siláži na dvou českých odrůdách Hodonínka a Pálava. Pomocí metody HPLC byly u odrůdy Hodonínka přítomny dva saponiny, zatímco u odrůdy Pálava byly přítomny tři saponiny. Odrůda Pálava obsahovala o 43 % více saponinů. Popisují, že během silážování došlo téměř k 100% ztrátám saponinů. Szumacher et al. (2019) tento nesoulad zvýšení saponinů během silážování v porovnání se studií Kalače et al. (1996) vysvětlují dvěma hypotézami. První z nich je, že dochází ke ztrátě biomasy během procesu silážování. Obvykle během třiceti dnů silážování vojtěšky seté dochází až k 12% ztrátám sušiny ve formě odpadních vod a plynu. V případě Szumachera et al. (2019) nebyly žádné odpadní vody. Druhým vysvětlením zvýšení obsahu saponinů při silážování může být lepší dostupnost chemických látek v silážovaných vzorcích. Saponiny mají afinitu k rostlinným a zvířecím membránám a tak mohou tvořit poměrně stabilní komplexy s membránovými steroly a nelze je snadno extrahovat organickými rozpouštědly. Enzymatické aktivity během silážování mohou tyto aktivity uvolnit a saponiny snadněji zpřístupnit. Sušení naopak degradovatelnost látek obvykle snižuje, jak ukazují Hakl et al. (2016). Sikora et al. (2019) v této souvislosti také upozorňuje na obsah sušiny listů, kdy nižší hodnoty podporují intenzitu degradačních procesů při konzervaci píce. Ačkoliv se v projektu neplánuje konzervace silážováním, tento problém ukazuje na významnou roli konzervačního procesu na obsah saponinů v krmivu v porovnání s původní pící.

Prezentované výsledky jasně prokázaly, že během horkovzdušného sušení při 60 °C došlo u sojasapogenolu A téměř k 74% snížení obsahu, u sojasapogenolu B došlo k velmi malému (7%) poklesu a u kyseliny medikagenové došlo vlivem sušení k 25% nárůstu. Celkový obsah saponinů se vlivem sušení snížil o 49 %. Kalač et al. (1996) označuje kyselinu medikagenovou za méně stabilní saponin oproti sojasapogenolu B.

Budeme - li uvažovat jako výchozí stav u čerstvé píce hodnotou stanovenou pomocí lyofilizace, tak lze shrnout, že celkový obsah saponinů se při laboratorním sušení 60 °C snížil, takže lze určité snížení předpokládat i při sušení balíků odpadním teplem. Celkový obsah saponinů v senu může být snížen přítomností jetele lučního, který má výrazně nižší obsahy uvedených saponinů. Tato práce však v této oblasti poskytuje pro projekt jen orientační výsledky, neboť pracuje s analýzami relativně malého množství vzorků, dané omezenou dostupnou kapacitou laboratoře pro analýzy těchto látek. Spolupráce mezi partnery bude v tomto bodě i nadále pokračovat.

Dřívější práce poukazuje na to, že případná kontaminace lodyhami při separaci píce po sklizni může u vojtěšky snížit kvalitu získaného proteinového krmiva mnohem výrazněji než při kontaminaci lodyhami jetele (Vašicová 2019). Ovšem ve vzorcích listů vojtěšky seté byl stanoven vyšší obsah celkových saponinů, takže lze předpokládat, že kontaminace lodyhami bude snižovat obsah saponinů v separované frakci s převahou listů.

## 6.2 Srovnání vlivu seče na obsah saponinů v píci jetelovin

Prezentované výsledky ukázaly, že obsah celkových saponinů, sojasapogonolu A a sojasapogonolu B byl vyšší v listech směsi jetelovin. Vyšší obsah celkových saponinů v listech popisuje také Kalač a Míka (1997). Nejzastoupenějším saponinem v píci jetelovin byl sojasapogonol A. Dále se ukázalo, že obsah celkových saponinů mezi šaržemi seče 1a, 1b a sečí 2 se zvyšoval. Tava et al. (1999) ve svém výzkumu sezónních změn obsahu saponinů na pěti odrůdách vojtěšky seté stanovených pomocí HPLC popisují změny během postupných sečí, kdy nejnižší obsah celkových saponinů zjistili právě u první seče. Toto bylo zjištěno u obsahu sojasapogonolu B a sojasapogonolu A, kde mezi šaržemi první a druhé seče došlo k nárůstu. Kyselina medikagenová ovšem vykazovala opačný trend. Tava et al. (1999) popisují výsledky obsahu kyseliny medikagenové a kyseliny zanhové stanovených pomocí HPLC z pěti termínů seče (od května do září) během prvního roku růstu na pěti různých odrůdách vojtěšky seté. Zjistili, že obsah kyseliny medikagenové od května do července vzrůstal a od července do září obsah kyseliny medikagenové prudce klesal. Dále zjistili, že obsah kyseliny zanhové se u všech pěti sledovaných odrůd od května do července mírně zvyšuje a nejvyšší obsah kyseliny zanhové byl ve vzorcích ze srpna a září. Lze tedy uvažovat, že obsah kyseliny medikagenové od třetí seče klesá. Pecetti et al. (2006) zkoumal obsah kyseliny medikagenové u třech odrůd vojtěšky seté mezi dvěma roky, kdy u každé odrůdy zaznamenal mezi roky nárůst. Nejen, že obsah kyseliny medikagenové od první do třetí seče vzrůstá, ale také se zvyšuje s každým produkčním rokem. Dále Tava et al. (1999) označují srpen a září za nejnebezpečnější termín sklizně pro produkci vojtěškového sena, protože pro monogastry je nejnebezpečnější kyselina zanhová, jejíž obsah je nejvyšší právě v srpnu a září. U takto sklizeného sena by měla být důležitá opatrnost ve využívání jako krmiva pro drůbež a selata. Nejvhodnější pro krmení monogastrických zvířat se jeví seno z první seče, protože má celkově nejnižší obsah saponinů. Seno z dalších sečí může farma využívat například pro skot.

### Srovnání podílu listů v píci jetelovin

Podle prezentovaných výnosů převzatých z Českého statistického úřadu (2021) se ukazuje, že za sedmiletý průměr dosahuje vojtěška setá vyšších výnosů (t/ha) než jetel luční. V rámci projektu Separace lístků a stonků leguminóz byl stanoven teoretický výnos vojtěšky seté na zhruba 13 tun na hektar, což je mnohem vyšší výnos než v reálné praxi (Hakl et al. 2019).

Podíl listů při polních odběrech se pohyboval kolem 49 % (Vašicová 2019). V odebraných vzorcích sena z balíků byl zjištěn průměrný procentuální podíl listů 52 %, z čehož můžeme usoudit, že používaná technologie sklizně píce dosoušení celých balíků odpadním teplem nemá výrazné ztráty listů, je velmi přesná a účinná. Mimoto, u podílu listů stanovených ze vzorků odebíraných z balíků sena mohlo dojít k mírnému nadhodnocení díky obtížnější manuální separaci listů a lodyh směsi jetelovin. Výsledky procentuálního podílu listů stanovených z balíků sena mají pro farmáře vyšší vypovídací hodnotu, jelikož za použití separační linky nedojde k precizní separaci jako při manuální separaci čerstvé píce.

Papendiek et al. (2016) popisují ekonomiku pěstování píceňích leguminóz a uvádějí, že v konvenčním zemědělství má vojtěška pěstovaná po dobu tří let srovnatelné náklady jako ostatní plodiny za jeden rok, ale náklady na sklizeň, přepravu a zpracování jsou vyšší, protože sklizeň vojtěšky seté probíhá třikrát ročně. Přesto roční zisk je pro farmáře vyšší ve srovnání s ostatními plodinami. Uvádějí, že pěstování píceňích leguminóz nevyžaduje hnojení ani využívání pesticidů, což snižuje závislost na vstupních nákladech. Dalším pozitivem pěstování píceňích leguminóz jsou jejich účinky na udržitelnost, protože mají potenciál zmírnit nepříznivé účinky zemědělské produkce na životní prostředí, zajišťují ekologickou integritu a bezpečnost potravin a snižují vstupy fosilní energie. Dále uvádějí možné nevýhody spojené s pěstováním píceňích leguminóz, mezi které řadí nižší a nestabilní výnosy, jako další nevýhodu uvádějí snížené znalosti zemědělce s pěstováním píceňích leguminóz, ale s tím by podle Papendieka et al. (2016) mohli napomoci členové v rámci operační skupiny v EIP AGRI.

### 6.3 Zkušenosti s EIP AGRI v rámci projektu

Program rozvoje venkova na období 2014-2020 v rámci třetího a pátého kola příjmu žádostí spustil operaci 16. 1. 1 Podpora operačních skupin a projektů EIP. V této operaci bylo podáno celkem 29 žádostí o dotaci. V současné době na svých projektech pracuje celkem 14 operačních skupin. Projekty EIP jsou z časového hlediska na delší dobu, jejich realizace je zpravidla během sedmi let. V České republice jsou projekty EIP podporovány teprve od roku 2017 (Dostálová et al. 2018). Z vyhodnocení kontrolní akce Nejvyšším kontrolním úřadem (2018) vyplývá, že opatření M16 Spolupráce v rámci PRV na období 2014-2020 vykazovalo řadu nedostatků, které negativně ovlivnily účelnost a hospodárnost vynakládaných veřejných prostředků. Z pohledu Nejvyššího kontrolního úřadu (2018) se nastavení opatření M16 od samého začátku potýkalo se zpožděním. U operace 16.1.1 Podpora operačních skupin a projektů EIP došlo k zařazení žádostí o podporu až v rámci třetího kola výzev, jak již bylo zmíněno výše, protože bylo nutné ponechat časovou rezervu pro výběr a práci brokerů. Ze střednědobého hodnocení PRV v roce 2019 vyplývá, že o opatření 16.1.1 přetrvává nižší zájem a v rámci operace nedojde k vyčerpání alokace ani pravděpodobně k naplnění cílové hodnoty počtu podpořených projektů (eAGRI 2019). V průběžném hodnocení PRV za první pololetí 2020 se uvádí, že u opatření 16.1.1 nedojde k vyčerpání alokace ani k naplnění cílové hodnoty počtu podpořených projektů. Je třeba podrobně posoudit reálnost naplnění a přistoupit k realokaci prostředků. Implementační pokrok u operace 16.1.1 byl nízký. Toto může být způsobeno tím, že se jedná o dlouhodobou povahu realizace, která může být až sedm let (eAGRI 2021b).

Žadatelem o dotaci na projekt Separace lístků a stonků leguminóz byl pan Josef Sklenář, brokerem tohoto projektu byl pan Ing. Tomáš Klejzar a mezi členy operační skupiny patří Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., dva členové biofarmy Sasov, Česká zemědělská univerzita v Praze, Bioinstotit o. p. s., FIDES AGRO, spol. s. r. o., PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, z. s., Biofarma Rašovice s. r. o., Věra Řezníčková, Miloslav Zedníček, Družstvo ČESKÉ BIOMLÉKO (Ministerstvo zemědělství 2020).

Žádost o dotaci v rámci 3. kola příjmu žádostí Programu rozvoje venkova operace 16. 1. 1 Podpora operačních skupin a projektů EIP byla panu Sklenářovi schválena v prosinci

roku 2017. Požadovaná finanční částka byla 9 631 376 Kč (SZIF 2017). Tato částka byla v září 2019 doporučena k proplacení. Dle Programu rozvoje venkova na období 2014-2020 by tato částka měla být vyplacena z EZFRV ve výši 49,5 %, což činí 4 719 374 Kč a zbylých 50,5 % (4 912 002 Kč) by mělo být vyplaceno Českou republikou.

Podle předběžných výsledků Eurostatu (2021) je velmi důležité učinit pokrok pro stimulaci větších investic do výzkumu a inovací. Projekty EIP AGRI neslouží pouze pro potřeby jediného farmáře.

Několik brokerů se podělilo o zkušenosti s vedením operačních skupin. Mezi negativní zkušenosti řadí neochotu zemědělských podniků přistoupit na delší termín realizace jak tři roky. Také uvádějí, že velké operační skupiny nejsou ideální, lepší je podle brokerů operační skupina složená z výzkumného ústavu a dvou realizačních podniků. Dále uvádějí negativní zkušenost ve spolufinancování (50 % na investice), časté změny pravidel a nejasné termíny, složitost zadávacích podmínek a pokynů ze strany Ministerstva zemědělství a obtížná orientace žadatele. Mezi pozitivní zkušenosti brokerů patří vstřícnost pracovníků Ministerstva zemědělství a Státního zemědělského intervenčního fondu, dále se jim osvědčil otevřený přístup při komunikaci v rámci operační skupiny a doporučují připravovat projekt v co nejjednodušší formě bez složitostí (Ministerstvo zemědělství 2017). I v případě projektu Biofarmy Sasov lze označit jako nejvýznamnější problémy opožděné profinancování dílčích období projektu a výraznou administrativní zátěž spojenou s jeho agendou. Výrazným pozitivem naopak je navázání spolupráce mezi členy operační skupiny, která pokračuje i po ukončení projektu.

## 7 Závěr

Výsledky práce ukázaly, že projekty plní svou inovační roli v oblasti zemědělské prvovýroby, která je nezbytná pro trvale udržitelný rozvoj venkova. Problémy opatření 16. 1.1 Podpora operačních skupin a projektů EIP jsou především v opožděném profinancování dílčích cílů projektu a dále administrativní náročnosti spojené s agendou projektu.

Experimentální část práce přinesla, i přes určité limity dané nižším celkovým počtem vzorků, následující výsledky:

- obsah saponinů se sušením snižuje, a to zejména u sojasapogenolu A a následně i u celkových saponinů při porovnání s lyofilizovanými vzorky,
- v seně byl významně vyšší obsah saponinů v listech, a to především u obou forem sojasapogenolů a celkových saponinů,
- obsah sojasapogenolu A byl významně vyšší ve vzorcích z druhé seče, kdy interakce ukázala, že toto zvýšení je pouze v listech, zatímco v lodyhách zůstává obsah prakticky konstantní.

Lze tedy shrnout, že realizované sušení píce v balících odpadním teplem může vykazovat určitý potenciál pro snížení obsahu saponinů. U píce z letních sečí je pravděpodobnost vyššího obsahu těchto antinutričních látek, což lze využít při plánování různého využití u jednotlivých sečí.



## 8 Literatura

Andrzejewska J, Ignaczak S, Albrecht KA. 2020 Nutritive Value of Alfalfa Harvested with a Modified Flail Chopper. *MDPI Agronomy* (e10050690) DOI: 10.3390/agronomy10050690.

Assche K, Hornidge AK. 2015. *Rural Development. Knowledge and Expertise in Governance*. Wageningen Academic Publishers.

Babinszky L, Halas V. 2010. Innovative swine nutrition: some present and potential applications of latest scientific findings for safe pork production. *Italian Journal of Animal Science* **8**(3): 7-20.

Ball DM, Collins M, Lacefield GD, Martin NP, Mertens DA, Olson KE, Putham DH, Undersander DJ, Wolf MW. 2001. *Understanding Forage Quality*. American Farm Bureau Federation Publication, Park Ridge, IL.

Binek J, Svobodová H, Chabičovská K, Holeček J, Galvasová I, Martének J. 2009. Synergie ve venkovském prostoru. *Paradoxy rozvoje venkova*. GaREP, spol. s. r. o., Brno.

Binek J, Svobodová H, Chabičovská K, Holeček J, Galvasová I. 2010. Rozvojové možnosti obcí. *MMR ČR, GaREP, spol. s. r. o., Brno*.

Blair R. 2007. *Nutrition and Feeding of Organic Pigs*. CABI Publishing. Wallingford.

Castelman M. 2001. *The new healing herbs*. Bantam Doubleday Dell Publishing Group Inc, New York, United States.

Český statistický úřad. 2021. Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin - 2020. Vývoj ploch a sklizni zemědělských plodin v letech 2009 - 2020. ČSÚ, Praha. Available from [www.czso.cz](http://www.czso.cz) (accessed February 2021).

Dědič P. 2009. ČSÚ: Postavení venkova v krajích ČR. ČSÚ, Praha. Available from [www.czso.cz](http://www.czso.cz) (accessed January 2021).

Djukic D, Stevovic V, Djurovic D, Ilic O, Jerkov M. 2008. Yield, nutritional and medicinal properties of alfalfa. *Acta Agriculturae Serbica (serbia)* **13**: 85-95.

Dostálová A, Hakl J, Klejzar T, Sklenář J. 2018. Separace lístků a stonků leguminóz. *Ekologické zemědělství, Zemědělec* **39**: 29-29.

eAGRI. 2019. Dotace. Střednědobé hodnocení PRV 2014-2020 v roce 2019. Ministerstvo zemědělství. Available from <http://eagri.cz> (accessed February 2021).

eAGRI. 2021a. EIP - Evropské inovační partnerství. Ministerstvo zemědělství. Available from <http://eagri.cz> (accessed February 2021).

eAGRI. 2021b. Dotace. Průběžná zpráva o hodnocení PRV - září 2020. Ministerstvo zemědělství. Available from <http://eagri.cz> (accessed February 2021).

Erikkson IS, Elmquist H, Stern S, Nybrant T. 2005. Environmental Systems Analysis of Pig Production - The impact of feed choice. *The international Journal of Life Cycle Assessment* **10**: 143-154.

European Commission. 2021. Rural development. European Commission. Available from <https://ec.europa.eu> (accessed January 2021).

Eurostat. 2021. Europe 2020 - Overview. European Commission, Eurostat. Available from <https://ec.europa.eu> (accessed March 2021).

Evropská komise. 2010. Sdělení komise. Evropa 2020. Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění. Brusel, Belgie.

Evropská komise. 2021. Stručný přehled společné zemědělské politiky. Generální ředitelství pro komunikaci. Available from <https://ec.europa.eu> (accessed January 2021).

Faltová Leitmanová I, Klufová R, Cudlínová E, Jílek M, Rolínek L. 2012. Venkov jako místo pro žití. Wolters Kluwer, Praha.

Gu WY. 2007. Isoflavone concentration in red clover callus as affected by different explants and callus types. *Grassland and Turf* **27**(4): 73-75.

Hakl J, Dostálová A, Klejzar T, Sklenář J. 2019. Jaké je složení leguminóz. *Ekologické zemědělství. Zemědělec* **44**: 32-32.

Hakl J, Fuksa P, Konečná J, Šantrůček J. 2016. Differences in the crude protein fractions of lucerne leaves and stems under different stand structures. *Grass and Forage Science* **71**: 413-423.

Hejduk S, Vašků Z. 2012. Jetel luční. Rostlina, která změnila evropské zemědělství. *Vesmír* **91**: 642-646.

Henzlerová E. 2018. Světová populace konzumuje stále více masa. *Magazín českého statistického úřadu. Statistika a My*. Český statistický úřad. Available from [www.statistikaamy.cz](http://www.statistikaamy.cz) (accessed January 2021).

Hussain M, Debnath B, Quasim M, Bamisile BS, Islam W, Hameed MS, Wang L, Qiu D. 2019. Role of Saponins in Plant Defense Against Specialist Herbivores. MDPI Molecules 24 no. 11 (e2067) DOI: 10.3390/molecules24112067.

Cheeke PR. 1971. Nutritional and physiological implications of saponins. Canadian Journal of Animal Science **51**: 621-632.

Cheeke PR. 1996. Biological Effects of Feed and Forage Saponins and Their Impacts on Animal Production. Pages 377-385 in Waller GR, Yamasaki K, editors. Saponins Used in Food and Agriculture. Advances in Experimental Medicine and Biology, vol 405. Springer, Boston.

Kalač P, Míka V. 1997. Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Kalač P, Price KR, Fenwick GR. 1996. Changes in saponin content and composition during the ensilage of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Food Chemistry **56**: 377-380.

Klita PT, Mathison GW, Fenton TW, Hardin RT. 1996. Effects of alfalfa saponins on digestive function in sheep. Journal of Animal Science **74**: 1144-1156.

Koerkamp PWGG, Bos AP, van Henten E. 2007. Precision Livestock Farming: creating order beyond control. Pages 17-26 in Cox S, editor. Precision livestock farming '07. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Korbelář J, Endris Z. 1981. Naše rostliny v lékařství. Avicentrum, Praha.

Man S, Gao W, Zhang Y, Huang L, Liu Ch. 2010. Chemical study and medical application of saponins as anti-cancer agents. Fitoterapia **81**: 703-714.

Massiot G, Lavaud C, Besson V, Le Men-Olivier L, Binst G. 1991. Saponins from aerial parts of alfalfa (*Medicago sativa*). Journal of agricultural and food chemistry **39**: 78-82.

Mazahery-Laghab H, Yazdi-Samadi B, Bagheri M, Bagheri AR. 2011. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) shoot saponins: identification and bio-activity by the assessment of aphid feeding. British Journal of Nutrition **105**: 62-70.

McKenna P, Cannon N, Conway J, Dooley J. 2018. The use of red clover (*Trifolium pratense*) in soil fertility-building: A Review. Field Crops Research **221**: 38-49.

Ministerstvo zemědělství. 2016. Část B. Specifické podmínky pro poskytnutí dotace na základě Programu rozvoje venkova platné pro 3. kolo příjmu žádostí. Č. j.: 42859/2016-MZE-14112. Ministerstvo zemědělství.

Ministerstvo zemědělství. 2017. Operační skupiny. Proměňte svou myšlenku v inovaci I. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Ministerstvo zemědělství. 2020. Operační skupiny. Proměňte svůj inovační nápad v realitu II. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Ministerstvo zemědělství. 2021. Rozvoj venkova, Proměňte svůj inovační nápad. Zprávy z Ministerstva zemědělství **2**: 10-10.

Moseley MJ. 2003. Rural Development: Principles and Practice. SAGE Publications, London.

MŠMT. 2014. Evropská inovační partnerství. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Available from [www.msmt.cz](http://www.msmt.cz) (accessed February 2021).

MZV ČR. 2012. Evropská inovační partnerství. Ministerstvo zahraničních věcí ČR. Available from [www.mzv.cz](http://www.mzv.cz) (accessed February 2021).

Nakashima H, Okubo K, Honda Y, Tamura T, Matsuda S, Yamamoto N. 1989. Inhibitory effect of glycosides like saponin from soybean on the infectivity of HIV in vitro. *AIDS* **3**: 655-658.

Nařízení Komise (ES) č. 889/2008 ze dne 5. září 2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů, pokud jde o ekologickou produkci, označování a kontrolu.

Národní zemědělské muzeum, s. p. o.. 2020. Co roste na poli. Tolice vojtěška. Ministerstvo zemědělství. Available from [www.nzm.cz](http://www.nzm.cz) (accessed December 2020).

Nejvyšší kontrolní úřad. 2018. Kontrolní závěr z kontrolní akce 17/26. Peněžní prostředky určené na opatření Spolupráce v Rámci programu rozvoje venkova ČR na období 2014-2020. NKÚ, Praha.

Oakley RA, Westover HL. 1922. How to grow alfalfa. Farmers'bulletin no. 1283. U. S. Department of agriculture, Washington D. C..

Oleszek W. 1993. Allelopathic potentials of alfalfa (*Medicago sativa*) saponins – their relation to antifungal and hemolytic activities. *J. Chem. Ecol.* **19**: 1063-1074.

Parlament České republiky. 2000. Zákon ze dne 12. dubna 2000 o obcích (obecní zřízení). Pages 1737-1764 in Sběrka zákonů, Česká republika, Praha.

Papendiek F, Tartiu VE, Morone P, Venus J. 2016. Assessing the economic profitability of fodder legume production for Green Biorefineries - A cost-benefit analysis to evaluate farmers profitability. *Journal of Cleaner Production* **112**: 3643-3656.

- Pecetti L, Tava A, Romani M, Benedetto MGD, Corsi P. 2006. Variety and environment effects on the dynamics of saponins in lucerne (*Medicago sativa* L.). *European Journal of Agronomy* **25**: 187-192.
- Pellissery S. 2012. Rural development. *Encyclopedia of Sustainability* **7**: 222-225.
- Perlín R. 2009. *Deník veřejné správy*. Triada, spol. s. r. o., Praha. Available from [www.denik.obce.cz](http://www.denik.obce.cz) (accessed December 2020).
- Perlín R. 2010. *Venkov, typologie venkovského prostoru*. MV ČR, Praha.
- Price KR, Johnson IT, Fenwick GR. 1987. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feedingstuffs. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **26**: 27-135.
- Program rozvoje venkova na období 2014-2020.
- Reader's Digest. 2002. *Naše příroda. Živočichové a rostliny střední Evropy*. Reader's Digest Výběr spol. s. r. o., Praha.
- Selgen a. s.. 2021. *Agrotechnická doporučení - jetel luční*. Selgen a. s.. Available from [www.selgen.cz](http://www.selgen.cz) (accessed January 2021).
- Sen S, Makkar HPS, Becker K. 1998. Alfalfa Saponins and Their Implication in Animal Nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **46**: 131-140.
- Shi YH, Wang J, Guo R, Wang CZ, Yan XB, Xu B, Zhang DQ. 2014. Effects of alfalfa saponin extract on growth performance and some antioxidant indices of weaned piglets. *Livestock Science* **167**: 257-262.
- Sikora MC, Hatfield RD, Kalscheur KF. 2019. Fermentation and chemical composition of high-moisture lucerne leaf and stem silages harvested at different stages of development using a leaf stripper. *Grass and Grassland Federation* **74**: 254-263.
- Smital J. 2016. *Výživa a krmení prasat*. *Farmář* **12**: 17-30.
- Solati Z, Jørgenson U, Eriksen J, Søegaard K. 2017. Estimation of extractable protein in botanical fractions of legume and grass species. *Grass and Forage Science The Journal of the British Grassland Society and the Official Journal of the European Grassland Federation* **73**: 572-581.
- Solati Z, Manevski K, Jørgenson U, Labouriau R, Shahbazi S. 2018. Crude protein yield and theoretical extractable true protein of potential biorefinery feedstocks. *Industrial Crops and Products* **115**: 214-226.

Společnost mladých agrárníků České republiky. 2014. Inovace ve výživě a krmení hospodářských zvířat. Program rozvoje venkova, Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova.

Úrad vlády Slovenskej republiky. 2011. Európa 2020. Úrad vlády Slovenskej republiky. Available from [www.eu2020.gov.sk](http://www.eu2020.gov.sk) (accessed March 2021).

SZIF. 2013. 16.1.1 Podpora operačních skupin a projektů EIP. Státní zemědělský intervenční fond. Available from [www.szif.cz](http://www.szif.cz) (accessed February 2021).

SZIF. 2016. Seznam brokerů (inovačních zprostředkovatelů). Státní zemědělský intervenční fond. Available from [www.szif.cz](http://www.szif.cz) (accessed February 2021).

SZIF. 2017. Schválené Žádosti o dotaci v rámci 3. kola příjmu žádostí Programu rozvoje venkova – operace 16.1.1 Podpora operačních skupin a projektů EIP - konečné výsledky - 4. 12. 2017. Státní zemědělský intervenční fond. Available from [www.szif.cz](http://www.szif.cz) (accessed April 2021).

Ševčíková S, Koucký M. 2008. Technika výkrmu prasat oddělených podle pohlaví. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha.

Špíková O/ČMSZP. 2015. Seznam inovačních brokerů (zprostředkovatelů). Českomoravský svaz zemědělských podniků. Available from <http://cmszp.cz> (accessed March 2021).

Tadele Y. 2015. Important Anti-Nutritional Substances and Inherent Toxicants of Feeds. *Food Science and Quality Management* **36**: 2225-2557.

Tava A, Odoardi M, Oleszek W. 1999. Seasonal changes of saponin content in fice alfalfa (*Medicago sativa*) cultivars. *Agricoltura Mediterranea* **129**: 111-116.

Tava A, Pecetti L. 2012. Chemical Investigation of Saponins from Twelve Annual *Medicago* Species and their Bioassay with the Brine Shrimp *Artemia salina*. *Natural Product Communications* **7**: 837-840.

Tava A, Scotti C, Avato P. 2011. Biosynthesis of saponins in the genus *Medicago*. *Phytochemistry Reviews* **10**: 459-469.

Vališ L. 2018. Situační a výhledová zpráva vepřové maso. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Vašicová P. 2019. Nutriční hodnota listů jetelovin jako bílkovinného krmiva pro ekologický chov prasat [MSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Verstegen MVA, Tamminga S. 2005. The challenges in animal nutrition in the 21<sup>st</sup> century. Pages 31-46 in Babinszky L, editor. New challenges in the 21<sup>st</sup> century Animal Nutrition. Kaposvár, Hungary.

Vláda České republiky. 2021. Strategie Evropa 2020. Vláda ČR. Available from [www.vlada.cz](http://www.vlada.cz) (accessed March 2021).

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. ekatalog BPEJ. Ministerstvo zemědělství. Available from <https://bpej.vumop.cz/73214> (accessed December 2020).

Westgate JM. 1908. Alfalfa. U. S. Department of Agriculture, Government printing office, Washington.

Zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí. Pages 81 - 89 in Sběrka zákonů České a Slovenské republiky, 1992, částka 4. Česká republika / Slovenská republika.

Zollitsch W. 2007. Challenges in the nutrition of organic pigs. Journal of the science of food and agriculture **87**: 2747-2750.

Fotografie uvedené v příloze poskytl vedoucí diplomové práce doc. Ing Josef Hakl, Ph.D.

## 9 Seznam použitých zkratek a symbolů

- BPEJ - bonitovaná půdně ekologická jednotka
- EIP - Evropská inovační partnerství
- ES - Evropská Společenství
- ESIF - Evropské strukturální a investiční fondy
- EU – Evropská unie
- EZFRV - Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova
- HDP - hrubý domácí produkt
- HPLC - vysokoúčinná kapalinová chromatografie
- LD<sub>50</sub> - letální dávka, která způsobí úhyn 50 % testovaných živočichů do 24 hodin od expozice
- LEADER - vztah mezi jednotlivými aktéry v hospodářském rozvoji venkova
- NMR - nukleární magnetická rezonance
- NUTS - Nomenklatura územních statistických jednotek
- OECD - Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
- PRV - Program rozvoje venkova
- SAPARD - Speciální předvstupní program pro zemědělství a rozvoj venkova
- SZP - Společná zemědělská politika
- TLC - chromatografie na tenké vrstvě
- TMSP - 3-(trimethylsilyl) propionová -2, 2, 3, 3 kyselina sodná sůl D4
- TOT - celkový obsah saponinů
- TTP - trvalé travní porosty
- <sup>1</sup>H NMR - je spektroskopická metoda používaná pro stanovení typů a počtu atomů vodíku přítomných v molekule



## **10 Samostatné přílohy**

Příloha I - Způsob odběru vzorků z balíků sena směsi jetelovin (vojtěšky seté a jetele lučního).

Příloha II - Separované listy a lodyhy směsi jetelovin (vojtěšky seté a jetele lučního) odebraných ze vzorků balíků sena.

Příloha I. Způsob odběru vzorků z balíků sena směsi jetelovin (vojtěšky seté a jetele lučního).



(zdroj: vedoucí diplomové práce doc. Ing Josef Hakl, Ph.D)

Příloha II. Separované listy a lodyhy směsi jetelovin (vojtěšky seté a jetele lučního) odebraných ze vzorků balíků sena.



(zdroj: vedoucí diplomové práce doc. Ing Josef Hakl, Ph.D)