

Petr Homolka  
a kolektiv

# OPTIMÁLNÍ ZPŮSOBY SKLIZNĚ A SILÁŽOVÁNÍ HRACHU, BOBU A LUPINY ŽLUTÉ



ISBN: 978-80-7403-300-1



## **CERTIFIKOVANÁ METODIKA**

### **Optimální způsoby sklizně a silážování hrachu, bobu a lupiny žluté**

Autoři:

<sup>1,2</sup>doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D., <sup>1</sup>Ing. Filip Jančík, Ph.D., <sup>1</sup>Ing. Radko Loučka, CSc., <sup>1</sup>Ing. Petra Kubelková, Ph.D., <sup>1</sup>Ing. Marie Gaislerová, Ph.D., <sup>1</sup>Ing. Veronika Koukolová, Ph.D.

<sup>1</sup> Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.

<sup>2</sup> Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů,  
Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky

Oponenti:

Ing. Luboš Zábranský, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,  
Fakulta zemědělská a technologická, Katedra zootechnických věd

Ing. Jan Vodička, Ph.D., Ministerstvo zemědělství, Odbor živočišných komodit a ochrany zvířat

Dedikace:

Výsledek vznikl za podpory MZe na řešení projektů QK21010344 a MZE-RO0723

Smlouva o uplatnění metodiky:

SELGEN, a. s.



**Ministerstvo zemědělství**  
**Těšnov 65/17**  
**110 00 Praha 1**

v y d á v á

## **OSVĚDČENÍ**

č. MZE-68327/2024-13141

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: **Optimální způsoby sklizně a silážování hrachu, bobu a lupiny žluté**

Autoři: **doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D., Ing. Filip Jančík, Ph.D., Ing. Radko Loučka, CSc., Ing. Petra Kubelková, Ph.D., Ing. Marie Gaislerová, Ph.D., Ing. Veronika Koukolová, Ph.D.**

Názvy organizací: **Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**

Místo vydání: **Praha**

Rok vydání: **2024**

ISBN: **978-80-7403-300-1**

Metodika byla vypracována: **v rámci výzkumného projektu č. QK21010344 a MZE-RO0723.**

Využívá projekt „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví, rybolov“? **ANO.**

V Praze dne 26. 9. 2024

**Ing. Pavel Hák**  
Digitálně podepsal  
Ing. Pavel Hák  
Datum: 2024.09.26  
15:20:09 +02'00'

Razítko a podpis zástupce odborného útvaru státní správy



Jméno a funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

**Ing. Pavel Hák**  
ředitel Odboru živočišných komodit  
a ochrany zvířat MZe

Souhlas ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání MZe:

v Praze dne .....

**Mgr. Jan Radoš**  
Digitálně podepsal Mgr.  
Jan Radoš  
Datum: 2024.09.27  
12:24:44 +02'00'

Mgr. Jan Radoš

## Obsah

1. Cíl metodiky .....	6
2. Vlastní popis metodiky .....	6
2.1. Úvod .....	6
2.1.1. Současný stav .....	6
2.1.2. Luskoviny v číslech .....	7
2.1.3. Hrách setý .....	7
2.1.4. Bob polní .....	8
2.1.5. Lupina žlutá .....	9
2.1.6. Způsoby sklizně a silážování .....	10
2.1.7. Předchozí výzkum .....	12
2.1.8. Důvody zahájení nového projektu .....	13
2.2. Metodika pokusů .....	14
2.3. Výsledky .....	14
2.4. Diskuze .....	18
2.5. Závěry .....	19
3. Srovnání „novosti postupů“ .....	19
4. Popis uplatnění metodiky .....	19
5. Ekonomické aspekty .....	20
6. Seznam použité související literatury .....	20
7. Seznam publikací, které předcházely metodice .....	23
8. Přílohy .....	25
8.1. Seznam zkratk .....	25
8.2. Seznam tabulek, grafů a schémat .....	25
8.3. Anotace .....	26
8.4. Annotation .....	26

## 1. Cíl metodiky

Cílem metodiky je charakterizovat optimální způsoby sklizně a silážování hrachu, bobu a lupiny žluté. Jedním z hlavních důvodů zahájení výzkumu využití hrachu, bobu a lupiny žluté pro silážování byl nedostatečný stav poznání v oblasti silážování bílkovinných plodin.

## 2. Vlastní popis metodiky

### 2.1. Úvod

#### 2.1.1. Současný stav

Luskoviny (neboli luštěniny) je souhrnné označení pro skupinu rostlin a jejich semen zahrnující hrách, bob, lupinu, fazole, čočku, cizrnu, sóju a další. Většina z nich spadá do čeledi bobovitých. Bobovité (*Fabaceae*), někdy luštinaté (*Leguminosae*) či vikvovité (*Viciaceae*), je čeleď dvouděložných rostlin z řádu bobotvaré (*Fabales*). Název čeledi se odvozuje od rodů bob nebo vikev. Čeleď bobovité je třetí největší čeleď kvetoucích rostlin co do počtu druhů. V původní květeně České republiky (ČR) je čeleď bobovité zastoupena celkem 22 rody.

Rostliny bobovitých hluboce zakořeňují, přispívají ke koloběhu živin a lepšímu využití vody následně pěstovanými rostlinami (Prusinski a kol., 2016). Jsou zároveň významným zdrojem bílkovin v krmných dávkách skotu. Proteiny jsou jednou z nejdražších složek v krmivech pro zvířata s velkým dopadem na výrobní náklady (Blagojevic a kol., 2017). Kromě množství bílkovin v krmné dávce má pro správnou výživu velký význam model využití bílkovin. Krmení nadbytečného množství dusíkatých látek (NL) může vést ke zbytečným výdajům na krmivo bez návratnosti ve výnosu mléka nebo mléčných bílkovin. Kromě toho je většina přebytečného dusíku z potravy vylučována v moči, která je environmentálně nejlabilnější formou (Higgs a kol., 2012).

Luskoviny představují velmi významný zdroj kvalitních bílkovin, jak pro výživu lidí, tak pro výživu zvířat (Schumacher a kol., 2011). Rozsah poskytování v bacheru degradovatelného proteinu a nedegradovaného dietního proteinu je předmětem mnoha vědeckých studií (Dixon a Hosking, 1992; Titze a kol., 2019; Iommelli a kol., 2022).

Luskoviny patří mezi tradiční rostlinné komodity pěstované v ČR (Dvořák a kol., 2005). Autoři Skylas a kol. (2019) uvádí, že produkce luštěnin přispívá k udržitelnosti systémů pěstování obilovin a poskytuje agronomické výhody, jako je rozmanitost plodin, narušení cyklů chorob a plevelů a lepší zadržování dusíku a vody v půdě (Skylas a kol., 2019). Luštěniny jsou považovány za jednu z největších a hospodářsky nejvýznamnějších čeledí mezi plodinami.

Luskoviny mají vysoký obsah bílkovin. Běžně obsahují sacharidy krátkých řetězců, které, ač nestravitelné lidským trávicím ústrojím, jsou tráveny bakteriemi nacházejícími se v tlustém střevě, což způsobuje nadýmání. Dále obsahují značné množství vitamínů skupiny B, poměrně dost minerálních látek (vápník, fosfor a železo).

Živiny v krmivu, přijímaného přežvýkavci, podléhají mikrobiální degradaci v jejich bacheru. Produkty mikrobiálního rozkladu jsou látky využívané k syntéze mikrobiální biomasy zvířat. Následně se tato mikrobiální biomasa a endogenní protein spolu s krmivem uniklými z bacherové degradace dostávají do tenkého střeva a jsou zdrojem energie a bílkovin (Iommelli a kol., 2022).

Siláže z jednoletých luskovin, jako jsou hrách nebo bob, jsou v ČR tradičními, i když v posledních letech méně využívaným krmivem. Tyto luskoviny pěstované na siláž mohou být vhodným doplněním víceletých bílkovinných plodin, jako jsou vojtěška nebo další jeteloviny. V posledních letech jsou velké výkyvy v počasí, které přinášejí delší období sucha a je nutné hledat potenciální alternativy v dalších „méně tradičních“ plodinách. Jednou z nich může být lupina, která je zdrojem kvalitních bílkovin.

Některé druhy lupin jsou v ČR pěstovány (lupina bílá nebo úzkolistá) a jiné jsou téměř neznámé. Například informace o možnostech pěstování a očekávatelných výsledcích, ať už kvantitativních nebo kvalitativních nejsou známy u lupiny žluté.

Z celé řady důvodů narůstá v konvenčním i ekologickém zemědělství zájem o uplatnění luskovino-obilních směsek (LOS) i směsek s jinými rostlinami (nejčastěji s vojtěškou) - zejména kvůli jejich pozitivnímu vlivu na půdu, schopnosti zvyšovat a stabilizovat výnosy (Awal a kol., 2006), omezovat růst plevelů, podporovat výskyt užitečných hmyzích predátorů (Hauggaard-Nielsen a Andersen, 2000) a zlepšovat zdravotní stav porostů. Ve směsce se luskoviny využívají několika způsoby, tj. jako hlavní plodina, jako krycí plodina, nebo z ekologických důvodů jako meziplodina, či do ochranných nebo medonosných pásů.

### 2.1.2. Luskoviny v číslech

Z údajů Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2022) se lze dočíst, že v ČR byla v roce 2022 celková osevní plocha 2 415 931 ha, z toho luskoviny zaujímaly 51 920 ha. Pro potravinářské využití bylo oseto 45 634 ha luskovin, což jsou necelá 2 % z celkové osevní plochy ČR. Výnos byl 2,74 t/ha a celková produkce tedy necelých 124 tisíc tun. Pro potravinářské využití jsou pěstovány hrách setý, čočka jedlá a fazol obecný. Výměra luskovin v posledních letech roste. V roce 2022 bylo sklizeno 115 135 tun hrachu setého z 40 627 ha, tedy s výnosem 2,83 t/ha. Hrách je dominantní luskovina a v roce 2023 jej bylo v ČR vyseto 46 954 ha, což je o 6 327 ha více než v roce 2022. V celé Evropské Unii (EU) se ročně pěstuje hrách na výměře cca 770 tisíc ha.

CPVO (Community Plant Variety Office) je agentura Evropské unie, která spravuje systém odrůdových práv Evropské unie pokrývající 27 členských států. Tato organizace dne 20. 10. 2014 pověřila Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) k provádění zkoušek odlišnosti, uniformity a stálosti u některých druhů rostlin. ÚKZÚZ je organizační složkou státu, samostatnou účetní jednotkou a správním úřadem podřízeným Ministerstvu zemědělství. Hlavním předmětem jeho činnosti je výkon působnosti stanovené českou legislativou i závaznými právními předpisy EU.

V současné době je ve Společném katalogu odrůd zapsáno kolem 370 odrůd hrachu polního, které se mohou pěstovat v EU. Nejsou zde ale žádné podrobné informace o odrůdách, proto se v ČR provádí zkoušení a doporučování odrůd dle Metodiky ÚKZÚZ (2022) pro zkoušky užitné hodnoty, která platí od 1. 8. 2019. Aktualizována byla pro rok 2022 pro 15 odrůd. O výživových hodnotách hrachu pro účely silážování se ani tam nelze dočíst, informace jsou pouze pro pěstitelů a tato metodika je určena hlavně pro využití zrna hrachu.

V registru odrůd ČR je nyní 7 odrůd lupin, z toho 2 odrůdy lupiny bílé a 5 odrůd lupiny úzkolisté. Všechny pěstované odrůdy jsou v ČR bez problému množeny při dodržení vlastností obsažených ve vyhlášce jak pro množitelské porosty, tak pro osivo. Do oběhu lze také uvádět i osivo všech odrůd uvedených ve Společném katalogu odrůd EU při respektování popisovaných vlastností.

### 2.1.3. Hrách setý

Hrách je luštěninou bohatou na vysoce kvalitní bílkoviny a sacharidy a je také dieteticky šetrným zdrojem vlákniny, minerálních látek a vitamínů (Urbano a kol., 2007). Semena hrachu jsou důležitým zdrojem bílkovin, vlákniny, sacharidů, draslíku a vitamínů B. Oproti sójovým bobům mají méně bílkovin a také nižší obsah nedegradovaných bílkovin (Dvořák a kol., 2005).

Hrách setý (*Pisum sativum*) je pro půdu zlepšující plodina, která dokáže fixovat vzdušný dusík pomocí symbiotických bakterií. Jeho stručná agrotechnika je uvedena na webových stránkách dodavatele osiv [www.selgen.cz](http://www.selgen.cz).

Hrách je přirozený fyto-sanitární přerušovač obilního sledu. Hrách zlepšuje strukturu půdy, jeho posklizňové zbytky se velmi rychle rozkládají. Pro pěstování hrachu jsou nevhodné pozemky kyselé, zamokřené či velmi suché, s rizikem citlivosti na rezidua herbicidů. Hrách se pěstuje po jiných leguminózách nejdříve za 4 roky, lépe za 6 let. Optimální doba pro přímou sklizeň je při vlhkosti zrna 16–18 %. Při sklizni při vlhkosti pod 14 % výrazně stoupá poškození semene (i půlení ve slupce) a snižuje se klíčivost, u zeleno-semenných odrůd se snižuje barevná vyrovnanost. Skladovací vlhkost je 16 %. Dosoušení je vhodné provzdušňováním na hromadě. Je třeba mít na zřeteli, že každá manipulace poškozuje semena hrachu.

Tradiční pěstování listového hrachu je omezeno jeho vysokou náchylností k poléhání. Tento problém byl redukován, i když ne zcela vyřešen, mutací, při které se listy přeměnily v úponky. Úponkové (neboli semi-leafless odrůdy) a listové odrůdy hrachu porovnávali např. Tran a kol. (2022). Rozdíly mezi typy jsou hlavně ve schopnosti úponkových odrůd odolávat polehnutí a tím se dosahují příznivější podmínky pro silážování. Listové odrůdy se pak hodí pro pěstování ve směsce spolu s obilovinami (Haug a kol., 2023) nebo ve směsi s úponkovou odrůdou (Shen a kol., 2022). Komponenty do směsek je třeba volit podle stanovištních podmínek a požadavků ke zkrmování, přičemž musí být vývojově sladěny tak, aby v době jejich společné sklizně dosahovaly optimální píceňářské zralosti. Výsevek jednotlivých komponentů je třeba sestavit podle jejich konkurenčních i podpůrných vztahů.

Bo a kol. (2022) upozorňují na to, že jak u monokultur, tak u směsných kultur s obilovinami či s vojtěškou, má na složení živin podstatný vliv sklizeň v optimálním vegetačním stádiu, a to jak při sklizni na siláž, tak při sklizni na zrno. Princip výborného krmného účinku hrachové siláže je v tom, že není zkrmována zásobní bílkovina semene hrachu, ale celá rostlina, přičemž bílkoviny semene ve voskově-mléčné zralosti jsou funkční, nikoliv zásobní a siláž se vyznačuje i vysokou chutností. Ale i u hrachu pěstovaného na zrno je termín sklizně důležitý. Pokud je sušina zrna příliš vysoká, zrno se láme. Zejména pro konzervaci vlhkého zrna nesmí být sušina zrna vysoká, zrno hrachu je poměrně tvrdé a jeho zmáčknutí a narušení nemusí být dokonalé.

Podle Suchého a kol. (2009) je kvalita hrachového proteinu při hodnocení na základě aminokyselinového spektra srovnatelná s proteinem sojovým. Hrachový protein ve srovnání se sojovým obsahuje vyšší zastoupení threoninu, lysinu a argininu a nižší zastoupení valinu, methioninu, isoleucinu a leucinu. Proto při sestavování krmných směsí s vysokým podílem hrachu je nutné uvedené aminokyseliny, především methionin, doplnit.

V této studii byla zkoumána odrůda hrachu polního, odrůda Gambit. Gambit je semi-leafless žlutosemenná, pozdní odrůda vyššího vzrůstu a se střední odolností k poléhání. V porovnání s ostatními odrůdami má vyrovnaný zdravotní stav a vyšší odolnost vůči chorobám. Kulatá semena jsou barevně vyrovnaná s velmi nízkou aktivitou trypsin-inhibitoru. Obsah dusíkatých látek je středně vysoký až vysoký.

#### **2.1.4. Bob polní**

Stručná agrotechnika bobu polního (*Vicia faba*, syn. *Faba vulgaris*) je na stránkách dodavatele osiv [www.selgen.cz](http://www.selgen.cz). Bob je krmnou plodinou pěstovanou jak na zrno, tak k produkci kvalitní píce. Zrno je vhodnou bílkovinnou komponentou krmiv pro vysoký obsah NL (31–33 %) a významné je i vysoké zastoupení nepostradatelných aminokyselin. Ve výživě zvířat představuje nízkonákladové krmivo s vysokým obsahem bílkovin a sacharidů (Turco a kol., 2016). O termínu sklizně bobu rozhoduje způsob jeho pěstování. U porostů určených k výrobě kvalitní objemné píce je nejčastěji využívána metoda sklizně celých rostlin systémem silážování drtě, tzv. metoda Ganzpflanzensilage (GPS). Optimální doba sklizně na siláž je, když sušina drtě dosáhne 35–40 %. Monokulturně pěstovaný porost je při této sušině na počátku žluté zralosti, semena jsou pevná a lusky ve spodní třetině již černé.

Další způsob pěstování bobu, jako krycí plodiny pro podsev jetelovin, vyžaduje snížení výsevku na 0,4 MKS (miliony klíčivých semen) na ha s využitím širších řádků. Sklizeň semenného porostu se provádí přímo kombajnem – optimální doba je v plné zralosti při poklesu vlhkosti semen na 20–22 %. Při nízké vlhkosti výrazně stoupá procento mikro poškození, které snižuje klíčivost a také vzcházivost. Po sklizni je zapotřebí i zdánlivě suché osivo 24 hodin provzdušňovat a poté vyčistit, případně dosušit na optimální vlhkost 15 %.

V této studii byla využita odrůda Merkur, která je charakterizována jako česká jarní poloraná odrůda s vícebarevnými květy s vysokým výnosem a střední odolností vůči houbovým chorobám. Jak ukázala studie Seidenglanze a Huňadyho (2016), je tato odrůda ve srovnání s jinými odrůdami odolnější vůči larvám škůdců. Průměrný obsah dusíkatých látek činí 282 g/kg sušiny a průměrný obsah hrubé vlákniny 97 g/kg sušiny.

### 2.1.5. Lupina žlutá

Rod lupina zahrnuje několik set druhů, které pocházejí z oblasti Středozevního moře a Jižní Ameriky. Jedná se o starou kulturní rostlinu, kterou pěstovali již starověké civilizace Egypťanů a Řeků. Původní odrůdy obsahovaly řadu antinutričních látek, především chinolizidinové alkaloidy, které působí toxicky, poškozují jaterní tkáň, nervový systém, ledviny a srdce, dále obsahuje hořké látky snižující chutnost. To omezovalo využití lupiny na zelené hnojení. Na konci minulého století byly vyšlechtěny odrůdy se sníženým obsahem (do 0,05 %) antinutričních a hořkých látek. Tyto odrůdy již nejsou hořké a zdravotně závadné a uplatňují se ve výživě zvířat, jako celé rostliny (pro přežvýkavce), nebo semena pro skot, prasata a drůbež. Využívají se jako potraviny. V současné době se rozšiřují plochy lupiny v řadě států světa. V Evropské unii se lupina pěstuje od devadesátých let 20. století.

Lupině se daří na lehkých písčitých půdách s kyselým až neutrálním pH. Podobně jako ostatní luskoviny obohacuje půdu dusíkem a získává dusík potřebný k růstu prostřednictvím hlízkových bakterií *Rhizobium* na kořenech. Vytváří hluboký kořenový systém a její posklizňové zbytky obohacují půdu. Lupina je vhodnou plodinou i pro ekologické zemědělství. Nevyžaduje velké vstupy hnojiv, zúrodňuje půdu, je výbornou předplodinou a má schopnost potlačovat určité plevely. Nebyla také doposud geneticky pozměňována. Zemědělsky využívané jsou jednoleté druhy – lupina bílá, lupina žlutá, lupina modrá (úzkolistá) a lupina proměnlivá (andská).

Lupina má podle Fraser a kol. (2005) vysokou výživnou hodnotu a je velmi vhodná k silážování. Semena lupiny žluté (*Lupinus luteus*) mají přibližně stejně vysoký obsah bílkovin jako sója, tedy průměrně 35 %. Složení těchto bílkovin je z dietetického hlediska vynikající díky jinak často v rostlinách chybějícím aminokyselinám, zejména lysinu. Dalšími základními či esenciálními aminokyselinami nacházejícími se v lupině jsou leucin a methionin, dále též semiesenciální aminokyselina arginin (Schumacher a kol., 2011). V lupinových bobech je více než 10 % tuku s vynikajícím složením až 80 % nenasycených mastných kyselin. Další významnou látkou je lecitin, což je důležitý přírodní emulgátor. Jeho obsah v tuku je až 2,5 %. Lupina žlutá obsahuje vysoké procento bílkovin a je chutnou a zdravou alternativou obilných krmiv. Kromě toho lupina žlutá obsahuje i další důležité živiny, jako jsou vitamíny skupiny B, hořčík a draslík. Lupina žlutá je vhodná do chudších písčitých půd s pH 4,5–6, škodí jí nadbytek vlhkosti a vyšší obsah vápníku. Sklizeň je nutno zahájit včas, když jsou asi 2/3 zhnědlých lusků. Nestejnoměrné dozrávání a sklon k pukavosti některých odrůd může způsobit větší ztráty. Posklizňové manipulace po šetrné kombajnové sklizni při vlhkosti kolem 15 % jsou běžné jako u ostatních luskovin.

Na rozdíl od lupiny modré, jejíž využití při výkrmu simentálských býků popsali Sami a kol. (2010), nebyla možnost využití syrových či tepelně upravených semen lupiny žluté jako proteinového krmiva v krmné dávce pro vykrmovaný skot experimentálně sledována. Lupina žlutá je doporučována do směsí s jarními obilninami. Vyznačuje se vysokým obsahem bílkovin (přes 40 %, které jsou bohaté na lysin) a tuku, což výrazně zvyšuje nutriční hodnotu krmiv z takových směsí. Navíc má nízké nároky na vodu a

půdu díky dobře vyvinutému kořenovému systému (Ksiezak a kol., 2018). Podle Rudnickiho a Kotwicy (2006) je lupina žlutá na lehkých půdách mnohem lepší složkou do směsí než lupina modrá. Lupina žlutá byla úspěšně využita v krmných dávkách prasat (Sobotka a Fiedorowicz-Szatkowska, 2021) a hus (Biesek a kol., 2020), kde plnohodnotně nahradila sojový extrahovaný šrot.

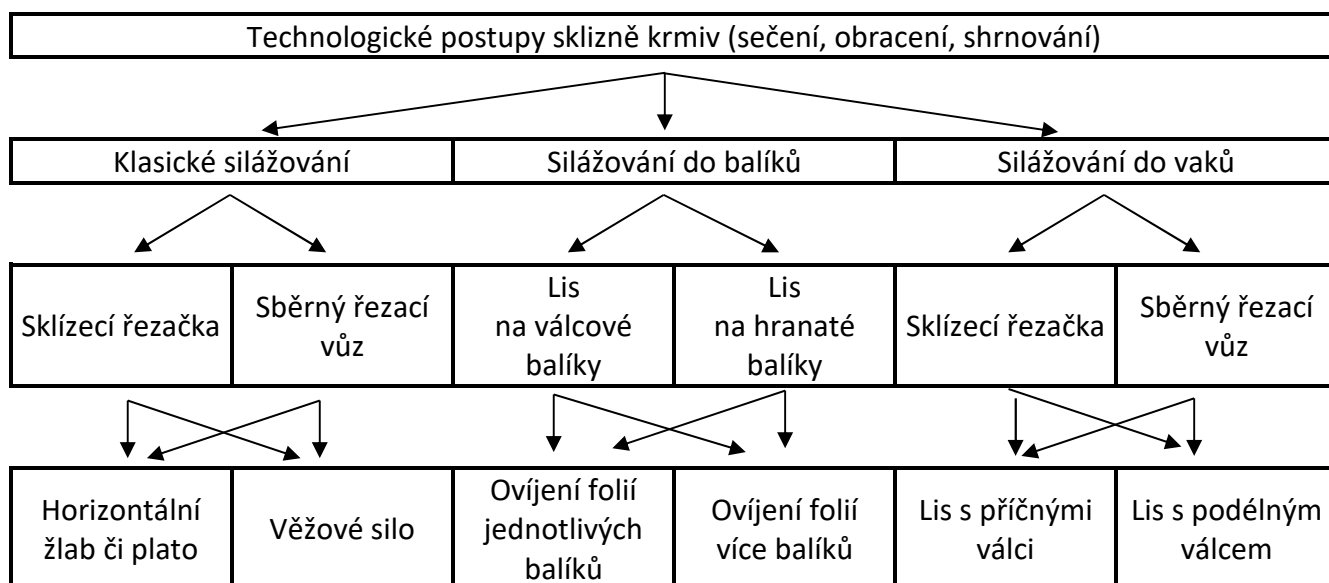
Lupina je proteinové krmivo, které navíc obsahuje neškrobové polysacharidy (NSP), tuky a několik alkaloidů (van Barneveld, 1999; Stanek a kol., 2015; Bryszak a kol., 2020). Bylo zjištěno, že lupina žlutá (*Lupinus luteus* L.), stejně jako lupina bílá (*Lupinus albus* L.) a lupina úzkolistá (*Lupinus angustifolius* L.) zlepšují příjem a následnou užitkovost zvířat s ohledem na kvalitu objemného krmiva, které je s nimi současně krmeno (Kenney a Smith, 1985; Morcombe a kol., 1986; Godfrey a kol., 1993; Murray, 1994; van Barneveld, 1999). Zrno lupiny se běžně používá jako krmivo pro zvířata (Titze a kol., 2019), zejména jsou využívány žluté a modré odrůdy lupiny. Zatímco bílá odrůda (*Lupinus albus* L.) se pěstuje především pro lidskou spotřebu (Duranti a kol., 2008). Lupina žlutá ve srovnání s lupinou úzkolistou je odolnější vůči období sucha, má hlubší kořenový systém a lépe snáší kyselé půdy a přemokření (Foy, 1997; Davies a kol., 2000; Lema a Lindner, 2010). Dostupnost bílkovin pro přežvýkavce je častým předmětem výzkumu. Autoři Titze a kol. (2019) uvádějí hodnoty NL lupiny od 285 (úzkolistá odrůda) do 440 (žlutá odrůda) g/kg sušiny. Významný rozdíl byl zjištěn u obsahu hrubého tuku, kde nejvyšší hodnoty (až dvojnásobné oproti jiným odrůdám) byly zjištěny u lupiny bílé (114 g/kg sušiny). Tyto výsledky (Titze a kol., 2019) korespondují s řadou vědeckých studií (Gdala a kol., 1996; Sujak a kol., 2006; Chiofalo a kol., 2012).

V této studii byla zkoumána lupina žlutá odrůda Salut. Má hlubší kořenový systém a lépe snáší období sucha, kyselé půdy i přemokření.

#### **2.1.6. Způsoby sklizně a silážování**

Při rozhodování o technologických postupech sklizně a konzervace je nutné především respektovat reálné možnosti a potřeby zemědělských podniků pro současné a nadcházející období. Jedná se o vytváření podmínek pro rentabilní chov skotu, jak z hlediska produkce masa, tak zejména mléka. Volba jednotlivých technologických postupů sklizně a konzervace krmiv závisí jak na druhu pícniny, tak na technickém vybavení podniku, popřípadě na dostupnosti a ekonomické výhodnosti využití služeb. Jednoznačné doporučení postupu není reálné, neboť jak je zřejmé z následujícího přehledu (schéma 1), je možné volit z řady postupů a jejich kombinací. Významným faktorem, a u luskovin zvláště důležitým, je zvolení správného způsobu sklizně, tedy zda napřímo nebo se zavadáním. Luskoviny totiž v optimální době pro sklizeň na siláž nedosahují potřebné sušiny. Když se ale silážují s nižší sušinou, nemusí proběhnout fermentační proces ideálně, a navíc mohou ze siláže odtékat silážní tekutiny, což představuje významnou ztrátu.

Schéma 1: Přehled technologických postupů sklizně a konzervace krmiv (Pozdíšek a kol., 2008)



U každého technologického postupu lze navíc použít vybraný silážní přípravek, který fermentační proces buď aktivuje, nebo potlačuje.

Jak bylo výše uvedeno, výběr technologického postupu závisí na plodině a technickém vybavení zemědělského podniku. Kritériem volby technologického postupu sklizně a konzervace není jen vytvoření podmínek pro zajištění vysoké kvality pro dosahování vysoké produkční účinnosti objemného krmiva v krmné dávce, ale i dosahování co nejnižších nákladů na produkci objemného krmiva. Pro porovnání ekonomiky výroby siláží není jednoduché zvolit takový ekonomický ukazatel, který by byl jednoduchý a použitelný i v praxi.

Dosavadní doporučení optimálních termínů sklizně se opírají zejména o vhodný obsah živin či silážovatelnost. Borreani a kol. (2006) doporučují pro hrách setý jako nejlepší termín sklizně, z pohledu následného silážního procesu, stádium pokročilého plnění lusků. Oproti tomu Cavallarin a kol. (2006) posuzovali optimální termín sklizně hrachu setého z pohledu složení a následných ztrát aminokyselin a doporučili optimální sklizeň ve stádiu začátku dozrávání. Fraser a kol. (2001; 2005) doporučují na základě chemického složení jako optimální termín pro silážování hrachu setého 12 týdnů, bobu obecného 14 týdnů a lupiny bílé 16,5 týdne od zasetí. Rondahl a kol. (2006) doporučují na základě příjmu krmiva a mléčné produkce dojníc jako optimální termín sklizně k silážování LOS, když je hrách ve stadiu plnění lusků a obilnina (oves) na konci mléčné až na začátku voskové zralosti. Dospěli k závěru, že zavadnutí a ošetření kyselinou poskytuje kvalitní a chutnou LOS.

Pro volbu technologického postupu pro daný podnik a plodinu je nutné komplexní posouzení vhodnosti podle výrobních a klimatických podmínek, stávajícího vybavení a ekonomických parametrů.

O úspěchu rozhodují, kromě stavu plodiny, sklízecí techniky, jejího nasazení a počasí, také zkušenosti toho, kdo sklizeň řídí – jeho správné rozhodnutí pro zvolení optimální doby sečení, případné doby a způsobu zavádání porostu, a v neposlední řadě rozhodnutí, jak řídit postup prací v průběhu sklizně. Zdaleka ne každý farmář má ten správný odhad a takové organizační schopnosti, aby sklizeň řídil optimálně. Aby se optimálně využila omezená doba, vhodná pro sklizeň, veškeré pracovní postupy musí být navzájem dokonale sladěny a přizpůsobeny podmínkám. U sklizňové techniky je velmi důležitá nejen rychlost a výkonnost, ale i spolehlivost. Pokud se na lince něco pokazí, doba sklizně se prodlouží a ostatní stroje jsou pak nuceny čekat, než se vše dá do pořádku. To je ale značně neproduktivní, navíc to zvyšuje riziko, že se předčasně zhorší počasí. Současně vysoké zavádání zvyšuje sušinu píce a zhoršuje konzervaci.

Aby pracovní postupy při sklizni píce do sebe dokonale zapadaly, nabízejí některé firmy prodávající sklizňovou techniku pro každý podnik sestavení vhodné kombinace strojů podle velikosti podniku, dopravních vzdáleností, svažitosti terénu, klimatických podmínek a celé řady jiných faktorů. Firmy tyto služby zajišťují pro řadu podniků, proto se nemusí sklizeň podařit v optimálním sklizňovém okně.

Pro sklizeň a následné naskladňování upravené píce do skladovacích prostor existuje velké množství variant (podle skladby různých strojů v lince, pro různé velikosti podniků, podle složení porostů a mnoha dalších faktorů), že podrobný popis variant sklizeň a následné konzervace by vydal na samostatnou knihu.

Jak již bylo výše uvedeno, při sečení nebo úpravě posečené píce kondicionéry, tak i při samotném sběru řezačkou, sběracím vozem nebo lisem lze k silážované píci přidávat pomocí aplikátorů různé silážní přípravky, jak biologické inokulanty, které fermentační proces aktivují, tak chemické konzervanty, které ho inhibují. Silážní přípravky je možné aplikovat i přímo v konzervačním prostoru. Tam se na silážovanou hmotu mohou sendvičovým způsobem přidávat i látky, které absorbují přebytečnou vlhkost, samozřejmě dle návodu a při patřičně rovnoměrném rozvrstvení. Zamíchání absorbentu do silážované hmoty bývá technicky náročné. V ČR se tato technologie zvyšování sušiny přidáváním absorbentu používá výjimečně.

### 2.1.7. Předchozí výzkum

Pracoviště VÚŽV má dlouhodobou zkušenost s výzkumem silážování pícnin. V minulých letech byly publikovány např. metodiky, ve kterých byla ověřena způsobilost lupiny bílé a hrachu k silážování. V roce 2007 a 2009 se metodika týkala lupiny bílé, v roce 2012 hrachu.

Cílem práce Homolka a Kudrna (2007) bylo stanovit nutriční hodnotu zrna u pěti hospodářsky využívaných odrůd lupiny metodami *in vitro* a *in sacco*. Cílem bylo také porovnat nutriční hodnoty jednotlivých odrůd lupiny mezi sebou a porovnat nutriční hodnotu lupiny se sójou. Byl prokázán statisticky významný vliv odrůdy na obsah živin v původním vzorku sledovaného krmiva. Bachorová degradovatelnost dusíkatých látek (NL) v jednotlivých inkubačních intervalech byla průkazně vyšší u lupiny než u sóji.

Cílem pokusu Tyrolová a Výborná (2009) bylo získat informace o možnosti silážování lupiny bílé. V metodice jsou zpracována data z několika experimentů, které byly uskutečněny ve VÚŽV. Pro sklizeň lupiny bílé na siláž lze doporučit období, kdy má dvě patra zelených lusků, v kterých jsou semena v mléčné zralosti. Řezanka lupiny byla zasilážována bez konzervantu, s biologickým inokulantem a s chemickým konzervantem. Podle výsledků fermentačního procesu je možné konstatovat, že je velmi důležité vybrat správné počasí pro sklizeň. Na hodnotu pH a obsah těkavých mastných kyselin, tedy na kvalitu siláží, měly pozitivní vliv přidané konzervanty a obsah sušiny. Doporučené použití konzervantů je závislé na obsahu sušiny: jestliže je sušina nižší než 28 %, je nutné při silážování použít chemický konzervant. Teprve při sušině vyšší než 28 % je vhodné použít některý z biologických silážních aditiv. V průběhu vegetace je třeba sledovat výskyt houbových chorob, především kvůli napadení rostlin antraknózou.

Dalším cílem pokusu Tyrolová (2012) bylo u úponkového hrachu odrůdy Concorde zjistit chemické složení a výživnou hodnotu. Hrách, s výsevkem 220 kg/ha, byl sklizen ve třech termínech (tabulka 1). Silážovatelnost celých rostlin hrachu byla stanovena u rostlin s rozdílným obsahem sušiny, při přímé sklizni a po předchozím zavádání na pokose. Část rostlin byla zasilážována napřímo při průměrné sušině 22,8 % (30. 6.) a část byla posečena a ponechána na pokose k zavadnutí na průměrnou sušinu 34,9 %. U obou variant byla délka řezanky cca 25 mm. Řezanka zavadlá i nezavadlá byla silážována bez silážních přípravků, s biologickým inokulantem a s chemickým konzervantem. Jako biologický inokulant byl použit komerční přípravek v množství 1 g/t obsahující homofermentativní

bakterie *Lactobacillus rhamnosus* a *Enterococcus faecium*. Do řezanky bylo dodáno  $1 \times 10^{11}$  CFU/g siláže. Chemický přípravek obsahoval kyselinu mravenčí (55 %), kyselinu propionovou (5 %), mravenčan amonný (24 %) a kyselinu benzoovou (2,2 %) a byl použit v dávce 4 l/t.

Pro výběr odrůdy Concorde byla důležitá vlastnost – její nepoléhavost, rychlý počáteční růst a dobré zapojení porostu. Pro zjištění obsahu živin v různých fázích vývoje rostlin hrachu s lusky byly ve třech termínech (vždy při nárůstu cca 5 % sušiny) v průběhu tří týdnů odebrány celé rostliny na laboratorní rozbor. První odběr byl v době, kdy semena hrachu byla zelená, měkká, ještě se nalévala, lusk nebyl plný. Při druhém odběru byla semena nalitá, lusk plný, chuťově výborného zeleného hrášku. Při třetím odběru měla semena konzistenci mléčně-voskovou, subjektivně již na hranici příjemné chutě hrášku.

Z výsledků (tabulka 1) je patrný klasický trend, kdy se stárnutím rostliny klesá obsah dusíkatých látek a vzrůstá obsah vlákniny. Rovněž cukry, jejichž obsah je důležitý pro správný fermentační proces, s fyziologickým stárnutím rostliny pozvolna klesají. Hlavní podíl sušiny i výnosu při sklizni měly lusky (tabulka 2). Přidání chemického konzervantu zvýšilo obsah zbytkového ve vodě rozpustného cukru (WSC) ve srovnání s přidáním inokulantu. Přidání inokulantu zvýšilo poměr mezi kyselinou mléčnou a těkavými mastnými kyselinami (TMK) ve srovnání s kontrolou i konzervantem. Způsob konzervace i způsob zavádání (i jejich vzájemná interakce) měly většinou významný vliv na obsah kyselin a pH. Významným zjištěním bylo, že i při nízké sklizňové sušině byly parametry kvality fermentace přijatelné, i když lepší byly většinou při silážování píce zavadlé. Vhodnější byly většinou i parametry siláží se silážními přípravky než siláže bez přídavku aditiva. Je ale nutné si uvědomit, že pokus proběhl v laboratorních podmínkách. V podmínkách praxe by při tak nízkém obsahu sušiny byl odtok silážních tekutin příliš vysoký.

Tabulka 1: Změny obsahu živin v jednotlivých termínech (Tyrolová, 2012)

Ukazatel	24. 6. 2009	30. 6. 2009	7. 7. 2009
Sušina (%)	17,4	22,8	27,5
Dusíkaté látky (% suš.)	18,9	16,9	15,9
Tuk (% suš.)	2,44	1,87	1,93
Hrubá vláknina (% suš.)	25,3	28,2	28,8
Popeloviny (% suš.)	8,45	7,66	7,44
Cukry redukující (% suš.)	7,81	6,97	5,77

Tabulka 2: Výnos rostliny hrachu a jejích částí dne 30. 6. 2009 (Tyrolová, 2012)

	Lusky	Rostliny bez lusků	Rostlina s lusky
Sušina (%)	24,2	20,7	22,8
Výnos (t/ha)	4,97	4,28	9,25

### 2.1.8. Důvody zahájení nového projektu

V současné době probíhající projekt NAZV QK21010344 „Domácí bílkovinné plodiny ve výživě skotu“ (2021-2025) je zaměřen na vybrané odrůdy hrachu, bobu a lupiny žluté, sklizených jako monokultura. V rámci řešení projektu se posuzuje nejen kvalita zrna, ale i kvalitativní parametry píce v různých fázích růstu a s tím spojená vhodnost termínů pro silážování. U vyrobených siláží se sleduje jejich nutriční hodnota, stravitelnost živin *in vivo* bilančních pokusech na přežvýkavcích a degradovatelnost proteinu a dalších živin v bacheru kanylovaných krav.

Projekt byl vybrán k řešení z několika důvodů. Tabulkové hodnoty stravitelnosti živin jsou velmi zastaralé a stanovení stravitelnosti nejednotné. Hodnocení kvality silážování a siláží je třeba významně

přehodnotit. Novost výsledků předložené metodiky vyplývá z hlediska potřeb praxe, protože s ohledem na nové silážní přípravky a nové technologie silážování je nutné znát nutriční hodnotu siláží luskovin. Jen kvalitně vyrobená siláž je zárukou nízkých ztrát siláže, vysoké užitkovosti a zdraví hospodářských zvířat. Podobný problém je v určení silážovatelnosti, jestliže se bere v úvahu jen obsah ve vodě rozpustných cukrů, tak mohou být bílkovinné píce zařazeny mezi středně obtížně silážovatelné a z toho vyplývá třeba i dávkování silážních přípravků. Silážovatelnost se ale posuzuje z komplexu ukazatelů, z nichž velmi důležitý je obsah dusíkatých látek, pufrů a sušiny. O kvalitě siláží rozhoduje i vývoj počasí v daném roce, např. že v některém roce bude sucho.

## 2.2. Metodika pokusů

Pro účely této předložené studie byly na pozemcích účelového hospodářství VÚŽV v Praze Uhřetěvesi pěstovány vybrané druhy luskovin ve dvou pěstebních sezonách. Byly porovnávány bob obecný (odrůda Merkur), hrách polní (odrůda Gambit) a lupina žlutá (odrůda Salut). V průběhu pěstební sezony byla píce z každé plodiny odebírána ve fázích růstu: 1) Plný květ, 2) Konec kvetení, 3) Plnění semen a 4) Plná semena, resp. vosková zralost. V každém ze dvou let byly z každé plodiny a termínu odběru odebírány vzorky píce ve třech opakováních. U každého odběru byla měřena výška porostu a výnos zelené píce. Po odběru byly vzorky píce usušeny při 55 °C po dobu 48 hodin. Následovalo sešrotování na velikost částic 1 mm pro uskutečnění laboratorních rozborů a 2 mm pro stanovení stravitelnosti metodou *in situ*.

U všech vzorků byl stanoven obsah sušiny sušením při 105 °C po dobu 6 hodin. Obsah popele byl stanoven spálením vzorku při 550 °C po dobu 6 hodin. Obsah organické hmoty (OH) byl vypočten podle vzorce:  $OH = 100 - \text{popel}$ . Obsah tuku byl stanoven metodou podle AOAC (1995) Official Method 2003.05. Obsah dusíku byl stanoven metodou podle Kjeldahla (AOAC, 1995) Official Method 976.05 a NL byly vypočteny jako  $N \times 6,25$ . Obsah vlákniny byl stanoven dvoustupňovou hydrolyzou podle AOAC (1995) Official Method 962.09 a je prezentován bez obsahu popele. Obsah neutrálně detergentní vlákniny (NDF) byl stanoven podle metody AOAC (1995) Official Method 2002.04 a byl stanoven s využitím sulfidu sodného a s  $\alpha$ -amylasou, a je uváděn bez obsahu popela. Obsah acido detergentní vlákniny (ADF) a acido detergentního ligninu (ADL) byl stanoven podle AOAC (1995) Official Method 973.18 a je uváděn bez obsahu popela. Všechny analýzy obsahu vlákniny a frakcí vlákniny byly stanoveny analyzátozem ANKOM 220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corporation, Macedon, NY, USA).

Stravitelnost sušiny byla stanovena metodou *in situ* s využitím inkubačních sáčků Ankom technology s rozměry 10 x 20 cm, kde navážka jednoho vzorku byla 5 g na sáček. Vzorky byly inkubovány v bachoru dvou krav plemene holštýnského skotu po dobu 24 hodin. Po inkubaci byl stanoven ve zbytcích obsah sušiny.

Pro statistické vyhodnocení byla v programu SAS (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA, 2002) použita metoda GLM. Vlivy druhu pícniny, termínu sklizně a roku byly do modelu vloženy jako pevné, a opakování jako vliv náhodný. Průkazné rozdíly byly posouzeny pomocí Tukey–Kramer testu.

## 2.3. Výsledky

Kvantitativní parametry píce sledovaných luskovin bobu, hrachu a lupiny žluté jsou uvedeny v tabulce 3. Mezi tyto parametry jsme zahrnuli výšku porostu, výnos sušiny a výnos NL. Nejvyšší porost vykazoval bob a nejnižší lupina. Při pohledu na termíny sklizně byl nejnižší porost při první sklizni. Mezi dalšími termíny nebyly zjištěny průkazné rozdíly. Průměrný výnos sušiny byl nejvyšší u hrachu, dále přibližně o 2 t/ha nižší u bobu a o další 2 t/ha nižší u lupiny. Při pohledu na sklizeň docházelo k navyšování výnosu od první po třetí sklizeň a mezi třetí a čtvrtou sklizní již průkazný rozdíl nebyl. U

výnosu NL byl vyšší výnos zjištěn u hrachu a bobu a nejnižší průměrný výnos byl zjištěn u lupiny. Z pohledu termínu sklizně byly průměrné hodnoty výnosu NL srovnatelné od fáze konce kvetení až po voskovou zralost. Vývoj výnosů sušiny a NL pro jednotlivé luskoviny v průběhu růstu je znázorněn v grafu 1. Nejstrmější nárůst výnosu sušiny píce lze pozorovat u hrachu a bobu a nejnižší byl u lupiny. U všech plodin byl významný nárůst výnosu sušiny po sklizeň ve fázi plnění semen. K dalšímu výraznému nárůstu už došlo jen u hrachu, u bobu k mírnému. U lupiny došlo k mírnému snížení výnosu, který byl zřejmě způsoben zvýšeným opadem listů, který nedokázalo nahradit dozrávání zrn. Podobně jako u výnosu sušiny došlo k nárůstu hodnot i u výnosu NL u všech plodin, kdy nejmarkantnější nárůst byl opět u bobu, s následným mírným snížením u poslední sklizně. Nejvyššího výnosu sušiny u bobu bylo dosaženo při fázi vosková zralost (8,8 t/ha) a výnosu NL ve fázi plnění semen (1,6 t/ha). U lupiny byly jak výnosy sušiny, tak NL nejvyšší ve fázi plnění semen (4,9 a 0,8 t/ha). U hrachu byl nejvyšší výnos sušiny a NL zjištěn v porostu ve voskové zralosti (11,2 a 1,5 t/ha). V porovnání s našimi výsledky vykázali Soufan a Al-Suhaibani (2021) výrazně nižší výnos sušiny píce u monokultury hrachu (4,8 t/ha).

Průměrné hodnoty základních chemických parametrů píce u testovaných luskovin a termínů sklizně jsou uvedeny v tabulce 4. Obsah sušiny byl nejvyšší u píce z hrachu, nižší u bobu a nejnižší u lupiny. Tento ukazatel je také důležitým faktorem pro sklizeň na siláž, kde píce s nižší sušinou bude potřebovat delší dobu pro zavádání i s ohledem na morfologii rostlin. Naopak hrách je snadněji zavadnutelný jak z pohledu vyššího obsahu sušiny, tak i z pohledu tenčích a rozvětvenějších stonků. Také v průběhu zrání dochází ke zvyšování obsahu sušiny, v našem případě od 15 do 25 % v průměru. Obsah organické hmoty byl vyšší u hrachu. Mezi bobem a lupinou byl v obsahu OH rozdíl 0,9 %. Průměrný obsah vlákniny byl srovnatelný u bobu a hrachu. Lupina vykazovala obsah vlákniny o cca 6 % vyšší. Mezi termíny sklizně nebyly rozdíly průkazné. Nejvyšší obsah NL byl zjištěn u bobu a o 2,5 až 4 % nižší pro lupinu a hrách. Podobné hodnoty obsahu NL jako v našem případě u bobu byly zjištěny i ve studii Colombiniho a kol. (2007) u siláží z bobu (kolem 19 %) a lupiny bílé (17 až 25 %). V rámci různých termínů sklizně došlo k postupnému snižování obsahu NL, od druhé po čtvrtou sklizeň o 3,6 % v průměru. Obsah tuku byl nejvyšší u píce z lupiny a nejnižší u píce z bobu. V grafu 2 jsou znázorněny hodnoty obsahu vlákniny a NL pro testované luskoviny v jednotlivých termínech sklizně. Mezi první a druhou sklizní došlo k nejvýraznějšímu nárůstu obsahu vlákniny u lupiny s následným zvyšováním hodnot až na 31 %. U bobu byly obsahy vlákniny vyrovnané během všech sklizní, a to kolem 20 až 21 %. Naopak u hrachu klesal obsah vlákniny od 23 po 19 %. U obsahu NL docházelo jak u bobu, hrachu i lupiny ke snižování v průběhu zrání o 4; 3,3 a 3,1 %, resp.

Kromě standardních parametrů chemického složení jsme uskutečnili také analýzu frakcí vlákniny, které podrobněji popisují kvalitu píce. Výsledky, porovnávající druhy luskovin a průměrné hodnoty pro termíny sklizně, jsou uvedeny v tabulce 5. Nejvyšší obsah NDF a ADF obsahovala píce lupiny. U bobu a hrachu byl obsah NDF srovnatelný. Obsah ADF byl nejnižší u hrachu. Hodnoty NDF a ADF u píce hrachu, srovnatelné s našimi výsledky, byly zjištěny i experimenty Mustafy a kol. (2002). Obsah ADL byl naopak nejvyšší u bobu, nižší u lupiny a nejnižší u hrachu. Oproti našim výsledkům uvádějí Mustafa a kol. (2002) výrazně vyšší obsah ADL pro píci z hrachu, a to v rozsahu 8,5 až 9,8 %. V termínech sklizně byly zjištěny rozdíly pouze mezi obsahem NDF v první oproti poslední sklizni. V obsahu ADF a ADL se hodnoty v termínech sklizně průkazně nelišily. V grafu 3 jsou znázorněny obsahy NDF a ADL u testovaných luskovin v průběhu růstu. U lupiny došlo k postupnému nárůstu obsahu NDF s mírným rozdílem mezi třetí a čtvrtou sklizní. U bobu a hrachu obsah NDF mírně klesal (zřejmě v souvislosti s růstem lusků a zrn) s tím, že u obou těchto plodin došlo k nárůstu obsahu mezi třetí a čtvrtou sklizní. U bobu byl v porovnání například s výsledky Li a kol. (2022) v každé naší sklizni výrazně nižší obsah NDF (36 až 38 % oproti 54 %) a srovnatelný obsah ADF (28 až 31 % oproti 32 % v práci autorů Li a kol., 2022). U obsahu ADL je patrné, že docházelo ke změnám v průběhu sklizní jen minimálně.

Vzorky odebrané píce jsme dále podrobili *in situ* stanovení stravitelnosti sušiny (tabulka 6). Stravitelnost sušiny u bobu byla vyšší oproti hrachu o 2,2 %. U lupiny byla stravitelnost sušiny mezi

hrachem a bobem. Stravitelnost sušiny u píce hrachu stanovoval ve své práci také Mustafa a kol. (2002) a zjistil mírně nižší hodnoty (67 až 74 %) oproti našim výsledkům (77 až 79 %), což může být způsobeno již výše zmíněnými nižšími obsahy NDF a ADL. Rozdíly mezi sklizněmi byly neprůkazné a činily až 3 %.

*Tabulka 3: Kvantitativní parametry píce různých druhů luskovin a různých termínů sklizně*

Ukazatel	Druh luskoviny			Pořadí sklizně			
	Bob	Hrách	Lupina	1	2	3	4
Výška porostu (cm)	89,4 <sup>a</sup>	83,1 <sup>b</sup>	53,6 <sup>c</sup>	71,1 <sup>b</sup>	78,9 <sup>ab</sup>	80,8 <sup>a</sup>	78,0 <sup>ab</sup>
Výnos sušiny (t/ha)	6,56 <sup>b</sup>	8,55 <sup>a</sup>	4,16 <sup>c</sup>	3,54 <sup>c</sup>	6,33 <sup>b</sup>	8,12 <sup>a</sup>	8,35 <sup>a</sup>
Výnos NL (t/ha)	1,22 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>	0,68 <sup>b</sup>	0,67 <sup>b</sup>	1,04 <sup>a</sup>	1,32 <sup>a</sup>	1,29 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Průměrné hodnoty v řádku s různými písmeny se statisticky průkazně liší ( $P < 0,05$ )

*Tabulka 4: Chemické složení píce luskovin a průměrné hodnoty parametrů v různých termínech sklizně*

Ukazatel	Druh luskoviny			Pořadí sklizně			
	Bob	Hrách	Lupina	1	2	3	4
Sušina (%)	17,2 <sup>ab</sup>	23,3 <sup>a</sup>	16,1 <sup>b</sup>	15,9 <sup>c</sup>	16,1 <sup>c</sup>	18,8 <sup>b</sup>	25,1 <sup>a</sup>
Organická hmota (% sušiny)	90,0 <sup>c</sup>	92,4 <sup>a</sup>	90,9 <sup>b</sup>	89,8 <sup>c</sup>	90,9 <sup>b</sup>	91,8 <sup>ab</sup>	92,2 <sup>a</sup>
Hrubá vláknina (% sušiny)	20,9 <sup>b</sup>	21,4 <sup>b</sup>	27,7 <sup>a</sup>	22,3	23,1	23,9	23,4
Dusíkaté látky (% sušiny)	19,3 <sup>a</sup>	15,0 <sup>c</sup>	16,8 <sup>b</sup>	19,2 <sup>a</sup>	16,9 <sup>b</sup>	16,4 <sup>bc</sup>	15,6 <sup>c</sup>
Tuk (% sušiny)	0,89 <sup>b</sup>	1,14 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	0,96 <sup>b</sup>	0,93 <sup>b</sup>	1,07 <sup>ab</sup>

<sup>a, b, c</sup> Průměrné hodnoty v řádku s různými písmeny se statisticky průkazně liší ( $P < 0,05$ )

*Tabulka 5: Porovnání frakcí vlákniny u píce testovaných luskovin a vliv sklizně na jejich hodnotu*

Ukazatel	Druh luskoviny			Pořadí sklizně			
	Bob	Hrách	Lupina	1	2	3	4
NDF (% sušiny)	36,6 <sup>b</sup>	35,2 <sup>b</sup>	42,9 <sup>a</sup>	35,9 <sup>b</sup>	37,6 <sup>ab</sup>	38,5 <sup>ab</sup>	40,2 <sup>a</sup>
ADF (% sušiny)	29,7 <sup>b</sup>	26,5 <sup>c</sup>	35,1 <sup>a</sup>	29,1	30,6	30,8	30,3
ADL (% sušiny)	6,00 <sup>a</sup>	4,17 <sup>c</sup>	4,97 <sup>b</sup>	5,07	5,23	5,05	4,88

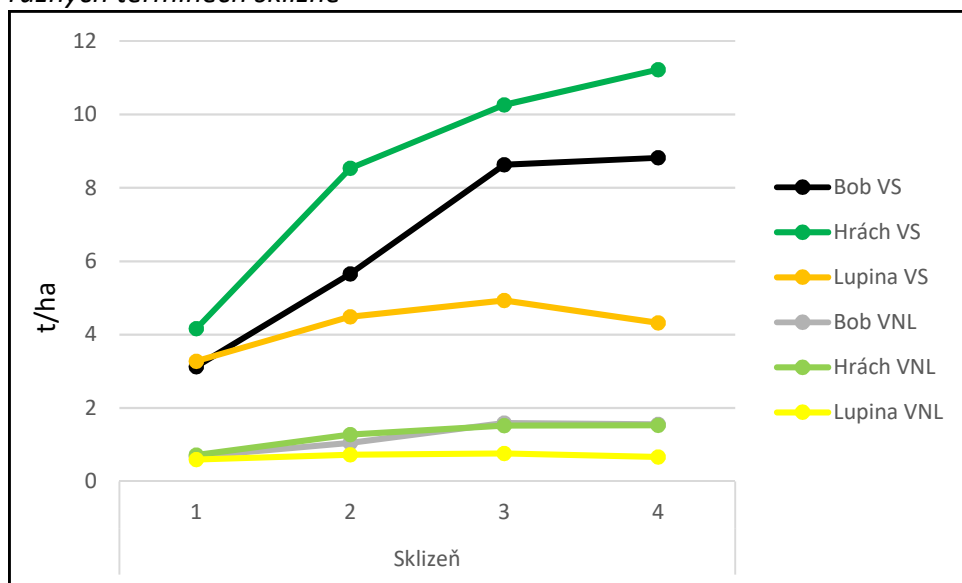
<sup>a, b, c</sup> Průměrné hodnoty v řádku s různými písmeny se statisticky průkazně liší ( $P < 0,05$ )

*Tabulka 6: Porovnání rozdílů ve stravitelnosti sušiny vybraných luskovin a v různých termínech sklizně*

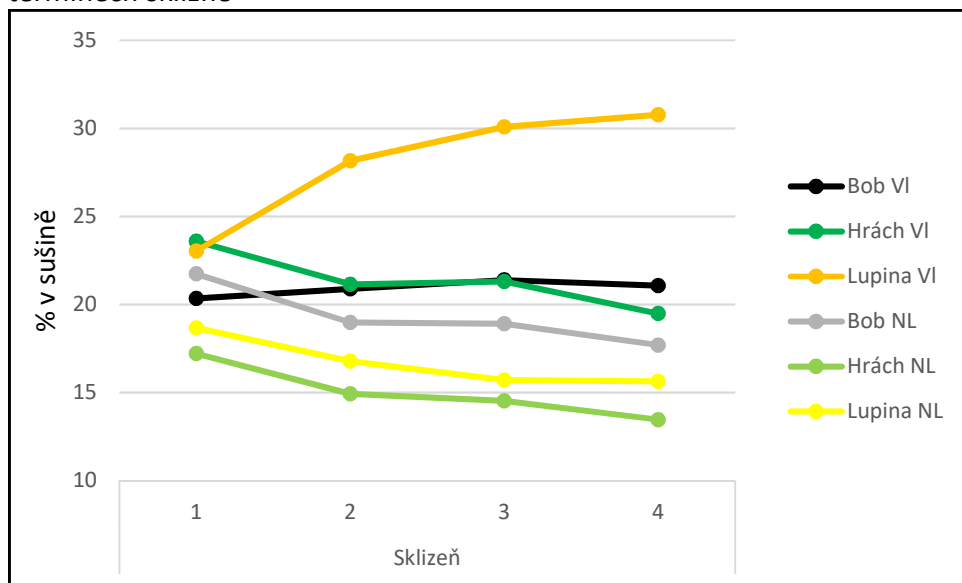
Ukazatel	Druh luskoviny			Pořadí sklizně			
	Bob	Hrách	Lupina	1	2	3	4
Stravitelnost sušiny (%)	78,8 <sup>a</sup>	76,6 <sup>b</sup>	77,4 <sup>ab</sup>	79,1	77,5	77,3	76,1

<sup>a, b</sup> Průměrné hodnoty v řádku s různými písmeny se statisticky průkazně liší ( $P < 0,05$ )

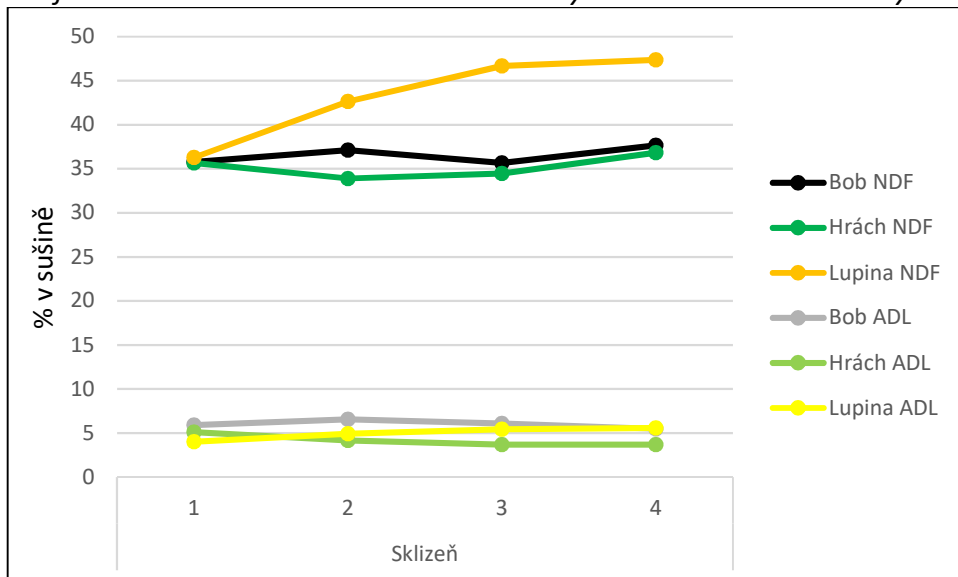
Graf 1: Porovnání výnosů sušiny (VS) a výnosů dusíkatých látek (VNL) u různých druhů luskovin v různých termínech sklizně



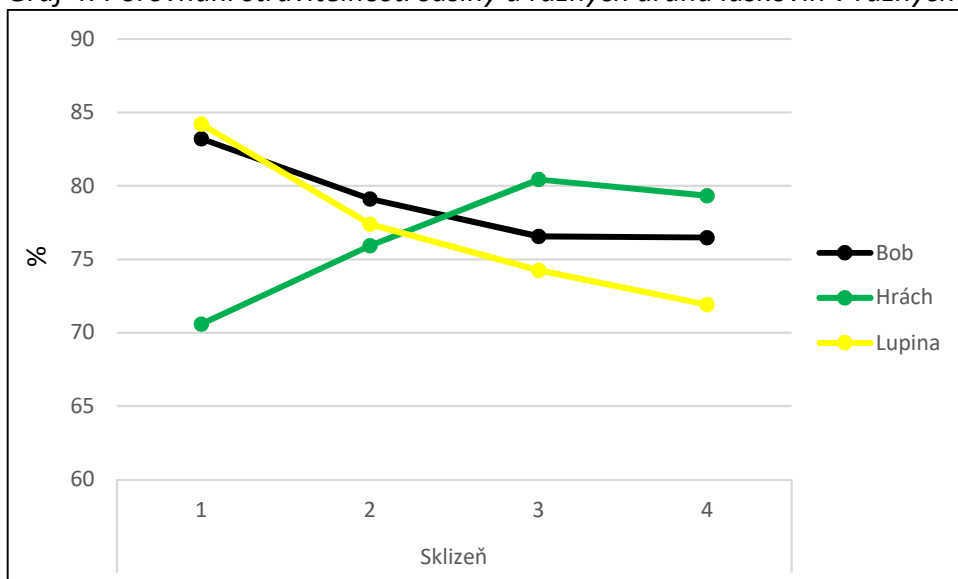
Graf 2: Porovnání obsahu vlákniny (VI) a dusíkatých látek (NL) u různých druhů luskovin v různých termínech sklizně



Graf 3: Porovnání obsahu NDF a ADL u různých druhů luskovin v různých termínech sklizně



Graf 4: Porovnání stravitelnosti sušiny u různých druhů luskovin v různých termínech sklizně



## 2.4. Diskuze

Ve vědecké literatuře se s komplexním hodnocením vhodného termínu sklizně luskovin nelze setkat. Výsledky jsou většinou zaměřeny na jiné faktory, případně jen na jeden druh rostliny.

Stejně jako Bo a kol. (2022), tak i z výsledků našeho výzkumu vyplývá, že na složení živin má podstatný vliv sklizeň v optimálním vegetačním stádiu, a to jak při sklizni na siláž, tak při sklizni na zrno. Optimální vegetační stádium pro sklizeň na siláž se jen velmi obtížně odhaduje z mnoha důvodů, navíc není stejné pro dané druhy rostlin. V době optimální z hlediska silážovatelnosti a obsahu živin rostliny většinou nedosahují potřebné sušiny, a tak se často přistupuje ke sklizni dvoufázově se zavádáním. Tím se ale do siláže mohou dostat pufrující látky, a tak kvalitu siláže významně zhoršit. Problém s odhadem optimálního termínu sklizně nastává i proto, že zralost lusků není na celé rostlině stejná, a tak se termín sklizně určuje s nástupem změn tvrdosti, resp. složení zrn v luscích.

Stejně jako v našem předchozím výzkumu i výzkumu dostupném ve vědecké literatuře kvalita luskovinných siláží může být významně ovlivněna nejen technologií konzervace, ale i použitím vhodných silážních přípravků, ať již biologických, tak i chemických. Ty chemické lze doporučit zejména u silážované hmoty při sušině pod 28 %, při sušině vyšší se uplatňují i silážní přípravky biologické, a to zejména ty, které zároveň posilují aerobní stabilitu siláže. Limitující pro alespoň trochu úspěšný průběh fermentačního procesu je sušina 60 %. Při vyšších sušinách má siláž dost vysokou tendenci zahřívát se, čímž ztrácí energii. Ideální je, pokud se sušina pohybuje mezi 30 a 35 %, zvláště při silážování do vaku.

## **2.5. Závěry**

Cílem metodiky je charakterizovat optimální způsoby sklizně a silážování hrachu, bobu a lupiny žluté. Optimální způsoby sklizně a silážování hrachu, bobu a lupiny žluté závisí na mnoha faktorech, které jsou v práci diskutovány. Za daných podmínek lze závěrem konstatovat, že lupině žluté se v našich pěstebních podmínkách nepodařilo dosáhnout výnosových ani kvalitativních parametrů našich tradičních luskovin, pěstovaných pro výrobu bílkovinných siláží, tedy bobu a hrachu. Z pohledu výnosu, obsahu NL a stravitelnosti byl nejlepší plodinou pro pícní, a tedy i silážní využití bob, nicméně z pohledu obsahu sušiny s ohledem na další zavadání je výhodnější plodinou pro silážní využití hrách. Z pohledu termínu sklizně je obecně pro všechny testované druhy luskovin nejvýhodnější sklizeň v době plnění semen. Pozdější sklizeň již poskytuje nižší výnosy NL a nižší stravitelnosti živin u bobu a lupiny.

## **3. Srovnání „novosti postupů“**

Zemědělské praxi chybí podklady k hodnocení vlivu vývoje počasí, lokality, pořadí seče i vlivu zavadání na obsah sušiny a NL, vlákniny a popelovin. V katalogu krmiv (Zeman, 1995) jsou údaje zastaralé. Chybí také objektivní doporučení, jak organizovat sklizeň a silážování hrachu, bobu a lupiny žluté. O důsledcích vlivu těchto chybějících údajů na užitkovost, zdraví a pohodu hospodářských zvířat jsou v zemědělské praxi více dohady, než že existují reálné vědecké důkazy. Ve vědecké literatuře by se jen těžko hledaly výsledky pokusů, které by komplexně tuto problematiku řešily. Metodika je nová ve své komplexnosti, v množství měření a v jejich statistickém zpracování. Díky tomu máme o vlivu těchto faktorů více informací a lze s nimi v praxi pracovat.

## **4. Popis uplatnění metodiky**

Metodika najde své uplatnění především v zemědělské praxi u velkých, středních i malých zemědělců, kteří sklízí luskoviny za účelem silážování a následně siláže využívají ke krmení hospodářských zvířat. Metodiku mohou využívat také poradci zemědělských podniků či pracovníci služeb pro zemědělství. Uplatnění najde ve výuce studentů ČZU v Praze. Stejně tak bude k dispozici na seminářích, které bude pořádat VÚŽV, nebo na kterých bude někdo z autorského kolektivu přednášet. Metodika bude také poskytnuta pracovníkům univerzit a středních škol se zemědělským zaměřením, aby mohla být využita pro výuku studentů. Předložená metodika má ambice být zásadním dokumentem, podle kterého se mohou pracovníci zemědělské praxe, poradenství, výzkumu a školství řídit při své činnosti, a na který se mohou odkazovat.

Smlouva o uplatnění metodiky byla uzavřena s uživatelem metodiky SELGEN, a. s. se sídlem v Praze 7, zastoupená Dr. Ing. Ivo Sedláčkem.

## 5. Ekonomické aspekty

Pokud by byly při sklizni a při vlastním silážování dodrženy v praxi alespoň základní požadavky na správnou praxi při volbě termínu sklizně i organizaci sklizně, pak by se ztráty sušiny mohly snížit až o 5 %. Kdyby se z ročně vyrobených 115135 tun hrachu vyrobila čtvrtina na siláž, tak by při ceně siláže 1000 Kč a snížení ztrát o 5 % celková úspora činila 1 439 000 Kč.

Pro hrachové siláže je velmi přínosná jejich vysoká chutnost a bezproblémový příjem zvířaty. Oproti travní siláži s vyšším obsahem sušiny je v hrachové siláži vyprodukováno více NL a krmná dávka je živinově pestřejší. Siláže luskovin je možné doporučit jako zdroj NL s velmi příznivou strukturou aminokyselin, ale také jako krmivo s vysokým obsahem strukturálních polysacharidů, které mají pozitivní efekt na zvýšení příjmu celkové krmné dávky. Při průměrném obsahu NL v hrachové siláži 16,9 % a v travní siláži 13,5 % je rozdíl mezi nimi 3,44 % NL. To znamená, že v 1000 kg siláže je o 34,4 kg NL více. Při produkci 30 tisíc tun siláže by tak bylo vyprodukováno o 860 tisíc kg NL více.

Náklady na jadrná krmiva stále stoupají. Při sestavování krmných dávek pro dojnice s využitím siláže luskovin se ušetří za částečnou náhradu sójového extrahovaného šrotu (SEŠ). Pokud při ceně jednoho kg NL hrachové siláže cca 5 Kč/kg a jednoho kg SEŠ (cca 40 Kč/kg) nahradíme ve směsné krmné dávce (TMR) 0,5 kg SEŠ hrachovou siláží v množství 2 kg, ušetří se 10 Kč na krmný den a za celý rok pak při tomto množství v TMR dojde k ušetření 3 650 Kč/dojnici/rok.

Doplnění krmných dávek skotu o siláže luskovin a/nebo LOS může nejen zvýšit užitkovost zvířat, ale také snížit náklady na krmení a zároveň zlepšit zdravotní stav zvířat.

Významným přínosem metodiky je potenciál ve zlepšení výnosů a kvality živin siláží hrachu, bobu a lupiny žluté. Mělo by se toho dosáhnout sklizní uvedených plodin v optimálním vegetačním stádiu a použitím vhodných metod sklizně a konzervace. Luskoviny lze doporučit rovněž z pohledu zlepšení úrodnosti půdy a snížení nákladů za hnojiva pro následnou plodinu z důvodu přítomnosti rhizobií na kořenech.

## 6. Seznam použité související literatury

- AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. Vol. 1.
- Awal M.A., Kothi H., Ikeda T. (2006) Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agric. For. Meteorol.* 139:73-84.
- Biesek J, Kuzniacka J, Banaszak M, Adamski M (2020) The Quality of Carcass and Meat from Geese Fed Diets with or without Soybean Meal. *Animals* 10, 200.
- Blagojevic M., Dordevic N., Dinic B., Vasic T., Milenkovic J., Petrovic M., Markovic J. (2017) Determination of Green Forage and Silage Protein Degradability of Some Pea (*Pisum sativum* L.) + Oat (*Avena sativa* L.) Mixtures Grown in Serbia. *J. Agric. Sci.* 23, 415-422.
- Bo P.T., Bai Y., Dong Y., Shi H., Soe Htet M.N., Samoon H.A., Hai J. (2022) Influence of Different Harvesting Stages and Cereals–Legume Mixture on Forage Biomass Yield, Nutritional Compositions, and Quality under Loess Plateau Region. *MDPI, Plants*, 11(20), 2801.
- Borreani G., Cavallarin L., Antoniazzi S., Tabacco E. (2006) Effect of the stage of growth, wilting and inoculation in field pea (*Pisum sativum* L.) silages. I. Herbage composition and silage fermentation. *Journal of the Sci. Food Agric.*, 86(9), 1377-1382.
- Bryszak M., Szumacher-Strabel M., Huang H., Pawlak P., Lechniak D., Kołodziejski P., Yanza Y. R., Patra A.K., Váradyová Z., Cieslak A. (2020) *Lupinus angustifolius* seed meal supplemented to dairy cow diet improves fatty acid composition in milk and mitigates methane production. *Anim. Feed Sci. Techn.*, DOI 10.1016/j.anifeedsci.2020.114590.

- Cavallarin L., Antoniazzi S., Tabacco E., Borreani G. (2006) Effect of the stage of growth, wilting and inoculation in field pea (*Pisum sativum* L.) silages. II. Nitrogen fractions and amino acid compositions of herbage and silage. *J Sci. Food Agric.*, 86(9), 1383-1390.
- Colombini S., Odoardi M., Paoletti R., Tabacco R., Borreani G. (2007) Effects of wilting and lactic acid bacteria inoculation on fermentation quality of white lupin and fababean silages. *Italian J. Anim. Sci.*, 6:sup1, 286-288.
- ČSÚ (2022) Český statistický úřad, [www.czso.cz](http://www.czso.cz).
- Davies C.L., Turner D., Dracup M. (2000) Yellow lupin (*Lupinus luteus*) tolerates waterlogging better than narrow-leaved lupin (*L. angustifolius*). III. Comparison under field conditions. *Australian J. Agric. Res.*, 51, 721-727. DOI 10.1071/AR99075.
- Dixon R., Hosking B. (1992) Nutritional Value of Grain Legumes for Ruminants. *Nutri Res. Reviews*, 5(1), 19-43. DOI 10.1079/NRR19920005.
- Duranti M., Consonni A., Magni C., Sessa F., Scarafoni A. (2008) The major proteins of lupin seed: Characterisation and molecular properties for use as functional and nutraceutical ingredient. *Trends in Food Sci. Techn.*, 19, 624-633, DOI 10.1016/j.tifs.2008.07.002.
- Dvořák R., Pechová A., Pavlata L., Filípek J., Dostálová J., Réblová Z., Klejdus B., Kovařík K., Poul J. (2005) Reduction in the content of antinutritional substances in pea seeds (*Pisum sativum* L.) by different treatments. *Czech J. Anim. Sci.*, 50, 519-527. DOI 10.17221/4257-CJAS.
- Foy C.D. (1997) Tolerance of lupin species and genotypes to acid soil and coal mine spoil. *J Plant Nutri.*, 20, 1095-1118. DOI 10.1080/01904169709365321.
- Fraser M.D., Fychan R., Jones R. (2001) The effect of harvest date and inoculation on the yield, fermentation characteristics and feeding value of forage pea and field bean silages. *Grass Forage Sci.*, 56(3), 218-230.
- Fraser M.D., Fychan R., Jones R. (2005) The effect of harvest date and inoculation on the yield and fermentation characteristics of two varieties of white lupin (*Lupinus albus*) when ensiled as a whole-crop. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 119(3-4), 307-322.
- Gdala J., Jansman A.J.M., Van Leeuwen P., Huisman J., Verstegen M.W.A. (1996) Lupins (*L. luteus*, *L. albus*, *L. angustifolius*) as a protein source for young pigs. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 62, 239-249. DOI 10.1016/S0377-8401(96)00992-3.
- Godfrey S.I., Rowe J.B., Speijers E.J., Toon W. (1993) Lupins, barley, or barley plus virginiamycin as supplements for sheep at different feeding intervals. *Australian J. Experim. Agric.*, 33, 135-140. DOI 10.1071/EA9930135.
- Haug B., Messmer M.M., Enjalbert J., Goldringer I., Flutre T., Mary-Huard T., Hohmann P. (2023) New insights towards breeding for mixed cropping of spring pea and barley to increase yield and yield stability. *Field Crops Res.*, 297, 108923.
- Hauggaard-Nielsen H., Andersen M.K. (2000) Intercropping grain legumes and cereals in organic cropping systems. *Grain Legumes*, 30, 18-19.
- Higgs R.J., Chase L.E., Van Amburgh M.E. (2012) Case study: Application and evaluation of the Cornell net carbohydrate and protein system as a tool to improve nitrogen utilization in commercial dairy herds. *The Professional Animal Scientist* 28, 370-378.
- Chiofalo B., Presti V.L., Chiofalo V., Gresta F. (2012) The productive traits, fatty acid profile and nutritional indices of three lupin (*Lupinus* spp.) species cultivated in a Mediterranean environment for the livestock. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 171, 230-239. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2011.11.005.
- Iommelli P., Zicarelli F., Musco N., Sarubbi F., Grossi M., Lotito D., Lombardi P., Infascelli F., Tudisco R. (2022) Effect of Cereals and Legumes Processing on In Situ Rumen Protein Degradability: A Review. *Fermentation*, 8, 363. DOI 10.3390/fermentation8080363.
- Kenney P.A., Smith R.S. (1985) Effects of including lupins with cereal grain rations on the production of lambing ewes during drought. *Australian J. Experim. Agric.*, 25, 529-535. DOI 10.1071/EA9850529.

- Ksiezak J., Staniak M., Bojarszczuk J. (2018) Evaluation of mixtures of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) with spring cereals grown for seeds. *Applied Ecology Envi. Res.* 16(2), 1683-1696.
- Lema M., Lindner R. (2010) Potential of Wild Yellow Lupin from Northwestern Spain. *Crop Sci.*, 50, 1357-1365. DOI 10.2135/cropsci2009.06.0355.
- Li H., Zeng T., Du Z., Dong X., Xin Y., Wu Y., Huang L., Liu L., Kang B., Jiang D., Wu B., Yang W., Yan Y. (2022) Assessment on the Fermentation Quality and Bacterial Community of Mixed Silage of Faba Bean With Forage Wheat or Oat. *Frontier Microbiol.* 13:875819.
- Metodiky ÚKZÚZ (2022) pro zkoušky užité hodnoty. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)
- Morcombe P.W., Ryan W.J., Allen J.G. (1986) Sandplain lupins (*Lupinus cosentinii*) as a summer feed for yearling steers. *Australian J. Experim. Agric.*, 26, 13-18. DOI 10.1071/EA9860013.
- Murray P.J. (1994) The use of lupins as a feed for sheep. In *Proceedings of the First Australian Lupin Technical Symposium*, 67-73.
- Mustafa A.F., Seguin P., Ouellet D.R., Adelye I. (2002) Effects of Cultivars on Ensiling Characteristics, Chemical Composition, and Ruminal Degradability of Pea Silage. *J Dairy Sci.* 85:3411–3419.
- Pozdíšek J., Mikyska F., Loučka R. a Bjelka M. (2008) Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých píceňin a trvalých travních porostů. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o. Rapotín. Česká republika. Certifikovaná metodika 978-80-87144-06-0. 2008-12-29.
- Prusinski J., Borowska M., Kaszkowiak E., Olszak G. (2016) The after-effect of chosen Fabaceae forecrops on the yield of grain and protein in winter triticale (*Triticosecale* sp.) fertilized with mineral nitrogen. *Plant Soil Envi.* 62, 571-576.
- Rondahl T., Bertilsson J., Lindgren E., Martinsson K. (2006) Effects of stage of maturity and conservation strategy on fermentation, feed intake and digestibility of whole-crop pea-oat silage used in dairy production. *Acta Agric. Scand Section A*, 56(3-4), 137-147.
- Rudnicki F., Kotwica K. (2006) Productivity of lupine-cereal intercrops on rye very good soil complex. – *Proceedings: The Economic Importance and Biology of Crop Yields Mixed*, 11–12 May, Poznań, Poland, 62-63.
- Sami A.S., Schuster M., Schwarz F.J. (2010) Performance, carcass characteristics and chemical composition of beef affected by lupine seed, rapeseed meal and soybean meal. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 94(4), 465-473.
- Seidenglanz M., Huňady I. (2016) Effects of faba bean (*Vicia faba*) varieties on the development of *Bruchus rufimanus*. *Czech J. Gen. Plant Breeding*, 52, 22-29. DOI 10.17221/122/2015-CJGPB.
- Shen Y., Johnson E.N., Syrový L.D., Warkentin T.D., Devini D.S., Shirliffe S.J. (2022) Evaluation of yield and agronomic performance of leafed and semi-leafless pea blends. *Agronomy Journal*, 114, 2762–2773. <https://doi.org/10.1002/agj2.21134>
- Schumacher H., Paulsen H.M., Gau A.E., Lin W., Jürgens H.U., Sass O., Dieterich R. (2011) Seed protein amino acid composition of important local grain legumes *Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L., *Pisum sativum* L. and *Vicia faba* L. *Plant Breeding*, 130, 156-164. DOI 10.1111/j.1439-0523.2010.01832.x.
- Skylas D.J., Paull J.G., Hughes D.G.D., Gogel B., Long H., Williams B., Mundree S., Blanchard C.L., Quail K.J. (2019) Nutritional and anti-nutritional seed-quality traits of faba bean (*Vicia faba*) grown in South Australia. *Crop and Pasture Science*, 70, 463-472. DOI 10.1071/CP19017.
- Sobotka W., Fiedorowicz-Szatkowska E. (2021) The Effect of Replacing Genetically Modified Soybean Meal with 00-Rapeseed Meal, Faba Bean and Yellow Lupine in Grower-Finisher Diets on Nutrient Digestibility, Nitrogen Retention, Selected Blood Biochemical Parameters and Fattening Performance of Pigs. *Animals* 11: 960.

- Soufan W., Al-Suhaibani N.A. (2021) Optimizing Yield and Quality of Silage and Hay for Pea–Barley Mixtures Ratio under Irrigated Arid Environments. *Sustainability* 13: 13621.
- Stanek M., Rotkiewicz T., Sobotka W., Bogusz J., Otrocka-Domagala I., Rotkiewicz A. (2015) The effect of alkaloids present in blue lupine (*Lupinus angustifolius*) seeds on the growth rate, selected biochemical blood indicators and histopathological changes in the liver of rats. *Acta Vet. Brno*, 84, 55-62. DOI 10.2754/avb201585010055.
- Suchý P., Straková E., Herzig I. (2009) Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů. Část III – hrách. Studie Vědeckého výboru výživy zvířat. VÚŽV Praha Uhřetěves, 45 s.
- Sujak A., Kotlarz A., Strobel W. (2006) Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds. *Food chemistry*, 98, 711-719. DOI 10.1016/j.foodchem.2005.06.036.
- Titze N., Krieg J., Steingass H. Rodehutschord M. (2019) Variation of lupin protein degradation in ruminants studied in situ and using chemical protein fractions. *Animal*, 13, 709-717. DOI 10.1017/S1751731118002124.
- Tran C.T., Becker H.C., Horneburg B. (2022) Agronomic performance of normal-leafed and semi-leafless pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. *Crop Sci.*, 62(4), 1430-1442.
- Turco I., Ferretti G., Bacchetti T. (2016) Review of the health benefits of Faba bean (*Vicia faba* L.) polyphenols. *J Food Nutri. Res.*, 55, 283-293.
- Urbano G., Frejnagel S., Porres J.M., Pilar A., Gomez-Villalva E., Frías J., López-Jurado M. (2007) Effect of phytic acid degradation by soaking and exogenous phytase on the bioavailability of magnesium and zinc from *Pisum sativum*, L. *Europ. Food Res. Technol.*, 226, 105-111. DOI 10.1007/s00217-006-0514-7.
- van Barneveld R.J. (1999) Understanding the nutritional chemistry of lupin (*Lupinus* spp.) seed to improve livestock production efficiency. *Nutri. Res. Reviews*. 12(2), 203-230. DOI 10.1079/095442299108728938.
- Zeman L. (ed.) (1995) Katalog krmiv (tabulky výživné hodnoty krmiv). VÚŽV Pohořelice. 465 s.

## 7. Seznam publikací, které předcházely metodice

- Homolka P. a Kudrna V. (2007) Uplatnění lupiny ve výživě přežvýkavců. Studie Vědeckého výboru výživy zvířat, VÚŽV Praha Uhřetěves. 43 s.
- Homolka P., Jančík F., Kubelková P., Loučka R., Výborná A., Tyrolová Y., Hladká V., Koukolová V., Gaislerová M., Bartoň L. a Jambor V. (2022) Předběžné výsledky nutriční hodnoty hrachu, bobu a lupiny žluté. In Domácí luskoviny – ekonomicky a nutričně hodnotná krmiva. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. Praha Uhřetěves, Vrbice, 24.11.2022.
- Jančík F., Kubelková P., Homolka P., Loučka R., Koukolová V., Tyrolová Y. a Výborná A. (2022) Stanovení optimálních termínů sklizně pro silážování vybraných odrůd hrachu, bobu a lupiny žluté. *Náš chov*, roč. 82(11), s. 43-47. ISSN 0027-8068.
- Loučka R. (2022) Sklizeň ve vhodném stadiu zralosti. *Zemědělec, Téma týdne*, 2022, roč. 30(34), s. 19-20.
- Loučka R. (2022) Workshop Domácí luskoviny – ekonomicky a nutričně hodnotná krmiva. In Uspořádání workshopu. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. Praha Uhřetěves
- Loučka R. a Tyrolová Y. (2013) Správná praxe při silážování kukuřice. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. v Uhřetěvsi Česká republika. Certifikovaná metodika 978-80-7403-119-9. 2013-12-20.
- Loučka R., Homolka P., Jančík F., Koukolová V., Kubelková P., Tyrolová Y. a Výborná A. (2019) Jak omezit ztráty u siláží. Praha, Agrární komora ČR, 74 s. ISBN 978-80-88351-06-1.
- Loučka R., Homolka P., Jančík F., Koukolová V., Kubelková P., Tyrolová Y., Výborná A. (2020) Jak zajistit vhodnou fermentaci v silážích a v bachoru dojníc. Praha: Agrární komora České republiky, 78 s. ISBN 978-80-88351-14-6.

- Loučka R., Jančík F. a Tyrolová Y. (2019) Zajištění krmivové základny s ohledem na možné klimatické změny. Praha: Agrární komora ČR, 87 s. ISBN 978-80-88351-05-4.
- Loučka R., Jančík F., Homolka P., Jambor V. a Dostálová R. (2022) Technologický postup sklizně vybraných odrůd luskovin pěstovaných na dvou lokalitách. Úroda, vědecká příloha časopisu, roč. 70(12), s. 315-322. ISSN 0139-6013.
- Loučka R., Jančík F., Homolka P., Jambor V. a Dostálová R. (2022) Sklizeň a konzervace luskovin pěstovaných na dvou lokalitách. In Domácí luskoviny – ekonomicky a nutričně hodnotná krmiva. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. Praha Uhřetěves, s. 8.
- Loučka R., Jančík F., Homolka P., Koukolová V., Kubelková P., Tyrolová Y. a Výborná A. (2019) Měření ztrát silážováním. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. v Uhřetěvesi Česká republika. Certifikovaná metodika 978-80-7403-224-0. 2019-12-12.
- Loučka R., Jančík F., Kubelková P., Gaislerová M., Tyrolová Y., Výborná A., Koukolová V., Homolka P., Jambor V., Malá S., Synková H., Nedělník J., Lang J. (2022) Podpora aplikace nových metod precizního zemědělství v oblasti produkce krmiv a krmení skotu. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. Praha Uhřetěves. Certifikovaná metodika 978-80-7403-274-5. 2022-09-20.
- Loučka R., Jančík F., Kubelková P., Koukolová V., Tyrolová Y., Výborná A., Gaislerová M., Homolka P., Jambor V., Nedělník J. a Lang J. (2021) Spektroskopie v blízké infračervené oblasti (NIRS) u nativních krmiv, výkalů a mléka. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. v Uhřetěvesi Česká republika. Certifikovaná metodika 978-80-7403-256-1. 2021-10-20.
- Loučka R., Jančík F., Kubelková P., Tyrolová Y., Výborná A., Homolka P. a Koukolová V. (2019) Odběry vzorků siláže. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. v Uhřetěvesi Česká republika. Certifikovaná metodika 978-80-7403-223-3. 2019-12-12.
- Loučka R., Tyrolová Y., Homolka P., Výborná A., Jančík F., Kubelková P. a Koukolová V. (2021) Silážní přísady a přípravky. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. v Uhřetěvesi a Česká zemědělská univerzita v Praze. Česká republika. Certifikovaná metodika 978-80-7403-248-6. 2021-04-26.
- Pozdíšek J., Mikyska F., Loučka R. a Bjelka M. (2008) Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých píceň a trvalých travních porostů. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o. Rapotín. Česká republika. Certifikovaná metodika 978-80-87144-06-0. 2008-12-29.
- Tyrolová Y. (2012) Silážování hrachu. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. v Uhřetěvesi Česká republika. Certifikovaná metodika 978-80-7403-103-8. 2012-12-13.
- Tyrolová Y. a Výborná A. (2009) Silážování lupiny bílé. Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. v Uhřetěvesi Česká republika. Certifikovaná metodika 978-80-7403-040-6. 2009-10-21.

## 8. Přílohy

### 8.1. Seznam zkratk

ADF	– acido detergentní vláknina
ADL	– acido detergentní lignin
CFU	– colony-forming units
CPVO	– Community Plant Variety Office
ČR	– Česká republika
ČSÚ	– Český statistický úřad
ČZU	– Česká zemědělská univerzita v Praze
EU	– Evropská unie
GPS	– silážované drtě celých rostlin (Ganzpflanzensilage)
LOS	– luskovino-obilní směska
MKS	– miliony klíčivých semen
MZe	– Ministerstvo zemědělství
NAZV	– Národní agentura pro zemědělský výzkum
NDF	– neutrálně detergentní vláknina
NL	– dusíkaté látky
NSP	– neškrobové polysacharidy
OH	– organická hmota
SEŠ	– sójový extrahovaný šrot
TMK	– těkavé mastné kyseliny
TMR	– směsná krmná dávka (total mixed ration)
ÚKZÚZ	– Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
VÚŽV	– Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i, Praha Uhřetěves
WSC	– ve vodě rozpustné cukry (water soluble carbohydrate)

### 8.2. Seznam tabulek, grafů a schémat

Tabulka 1: Změny obsahu živin v jednotlivých termínech

Tabulka 2: Výnos rostliny hrachu a jejích částí dne 30. 6. 2009

Tabulka 3: Kvantitativní parametry píce různých druhů luskovin a různých termínů sklizně

Tabulka 4: Chemické složení píce luskovin a průměrné hodnoty parametrů v různých termínech sklizně

Tabulka 5: Porovnání frakcí vlákniny u píce tetovaných luskovin a vliv sklizně na jejich hodnotu

Tabulka 6: Porovnání rozdílů ve stravitelnosti sušiny vybraných luskovin a v různých termínech sklizně

Graf 1: Porovnání výnosů sušiny (VS) a výnosů dusíkatých látek (VNL) u různých druhů luskovin v různých termínech sklizně

Graf 2: Porovnání obsahu vlákniny (VI) a dusíkatých látek (NL) u různých druhů luskovin v různých termínech sklizně

Graf 3: Porovnání obsahu NDF a ADL u různých druhů luskovin v různých termínech sklizně

Graf 4: Porovnání stravitelnosti sušiny u různých druhů luskovin v různých termínech sklizně

Schéma 1: Přehled technologických postupů sklizně a konzervace krmiv (Pozdíšek a kol., 2008)

### **8.3. Anotace**

Cílem metodiky je charakterizovat optimální způsoby sklizně a silážování hrachu, bobu a lupiny žluté. Na pozemcích účelového hospodářství VÚŽV v Praze Uhříněvsi byly pěstovány vybrané druhy luskovin ve dvou pěstebních sezonách 2022 a 2023. Byly porovnávány bob obecný (odrůda Merkur), hrách polní (odrůda Gambit) a lupina žlutá (odrůda Salut). V průběhu pěstební sezony byla píče z každé plodiny odebírána ve fázích růstu: 1) Plný květ, 2) Konec kvetení, 3) Plnění semen a 4) Plná semena, resp. vosková zralost. Podle výnosu, obsahu dusíkatých látek a stravitelnosti, a tedy pro pícní i silážní využití byl nejlepší plodinou bob. Podle obsahu sušiny s ohledem na další zavadání je výhodnější plodinou pro silážní využití hrách. Lupině žluté se nepodařilo dosáhnout výnosových ani kvalitativních parametrů bobu ani hrachu. Z pohledu termínu sklizně je obecně pro všechny testované druhy luskovin nejvýhodnější sklizeň v době plnění semen. Pozdější sklizeň již poskytuje nižší výnosy dusíkatých látek a stravitelnosti živin u bobu a lupiny.

### **8.4. Annotation**

The aim of the methodology is to characterize the optimal methods of harvesting and ensiling peas, broad beans and yellow lupine. Selected types of legumes were grown on the plots of the VÚŽV purpose-built farm in Uhříněves in Prague in the two growing seasons of 2022 and 2023. Broad beans (variety Merkur), field peas (variety Gambit) and yellow lupine (variety Salut) were compared. During the growing season, forage was collected from each crop at the growth stages: 1) Full flower, 2) End of flowering, 3) Seed filling and 4) Full seeds, or waxy maturity. Beans were the best crop in terms of yield, nitrogen content and digestibility, and therefore for fodder and silage use. According to the dry matter content with regard to further loading, peas are a more advantageous crop for silage use. Lupine yellow failed to reach the yield or quality parameters of beans or peas. From the point of view of the harvest date, in general, for all tested leguminous species, the most advantageous harvest is at the time of seed filling. A later harvest already provides lower yields of nitrogenous substances and digestibility of nutrients in beans and lupins.

**Vydal:** Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves

**Název:** Optimální způsoby sklizně a silážování hrachu, bobu a lupiny žluté

**Autoři:** <sup>1,2</sup>doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D. (30 %), <sup>1</sup>Ing. Radko Loučka, CSc. (25 %),  
<sup>1</sup>Ing. Filip Jančík, Ph.D. (25 %), <sup>1</sup>Ing. Petra Kubelková, Ph.D. (10 %), <sup>1</sup>Ing. Marie  
Gaislerová, Ph.D. (5 %), <sup>1</sup>Ing. Veronika Koukolová, Ph.D. (5 %)

**Pracoviště autorů:**

<sup>1</sup>Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.

<sup>2</sup>Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky

**Poděkování:**

Autoři děkují technikům a laborantům Oddělení výživy a krmení hospodářských zvířat za technickou spolupráci při zajišťování pokusů, zejména Bc. T. Klejnovi, V. Hladké, J. Kyselíkové, R. Dosedělové.

**Oponenti:**

Ing. Luboš Zábranský, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická, Katedra zootechnických věd

Ing. Jan Vodička, Ph.D., Ministerstvo zemědělství, Odbor živočišných komodit a ochrany zvířat

**Dedikace:** Výsledek vznikl za podpory MZe na řešení projektů QK21010344 a MZE-RO0723

**Smlouva o uplatnění:** SELGEN, a. s.

ISBN: 978-80-7403-300-1

Vydáno bez jazykové úpravy.

Foto: doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.  
Přátelství 815  
104 00 Praha Uhřetěves

[www.vuzv.cz](http://www.vuzv.cz)