



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra rostlinné výroby

Bakalářská práce

Hodnocení odrůdové variability bílkovinné složky sóji luštinaté
(*Glycine max L.*)

Autorka bakalářské práce: Michaela Kotašková

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Veronika Bártová, Ph.D.

České Budějovice
2023

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Sója luštinatá je vysoce konzumovaná luštěnina. Pro svůj bohatý obsah bílkovin se používá jak v řadě potravinářských výrobků, tak i pro krmivářské účely. Tato bakalářská práce se zaměřuje na základní charakteristiku sóji luštinaté (*Glycine max* L.). Teoretická část se zabývá popisem sóji. Dále jsou zde uvedeny odrůdy vhodné pro pěstování v ČR a chemické složení semen sóji luštinaté. Práce se také zabývá popisem bílkovinné složky přítomné v semenech sóji. Následná experimentální část práce rozvíjí předchozí kapitulu o praktické výsledky, které se týkaly stanovení odrůdové variability hlavních obsahových látek a bílkovinné komponenty semen. Pro účely práce byl použit semenný materiál z polního pokusu z roku 2021. Semena odrůd Merlin, Royka, Ambella a Adessa byla namleta. Mouka posloužila jako materiál pro stanovení obsahu tuku, bílkovin a SDS-PAGE analýzu bílkovinné komponenty semen. Výsledkem bylo zjištění, že odrůdová variabilita obsahu tuku a obsahu dusíkatých látek je u zvolených odrůd nízká. Hodnoty obsahu tuku se pohybovaly v rozsahu od 15,50 % (Royka) do 17,37 % (Merlin). Obsah dusíkatých látek se pohyboval v rozsahu od 33,39 % (Merlin) do 37,91 % (Adessa).

Klíčová slova: sója, sójové boby, odrůda, bílkoviny, tuk

Abstract

Soybean is a highly consumed legume. Due to its rich protein content it is used in a number of food products as well as for animal feed purposes. This bachelor thesis focuses on the basic characteristics of soybean (*Glycine max L.*). The theoretical part deals with the description of soybean. There are also listed the varieties suitable for cultivation in the Czech Republic and the chemical composition of soybean seeds. The thesis also deals with the description of the protein component present in soybean seeds. The subsequent experimental part of the thesis develops the previous chapter with practical results concerning the determination of the variability of the main contents and protein components of seeds. Seed material from the 2021 field trial was used for this thesis. Seeds of the varieties Merlin, Royka, Ambella and Adessa were ground. The flour served as material for the determination of fat and protein content and SDS-PAGE analysis of the protein component of the seeds. As a result, it was found that variety variation in fat content and in nitrogen content was found to be low in the selected varieties. The values of fat content ranged from 15.50 % (Royka) to 17.37 % (Merlin). Nitrogen content ranged from 33.39 % (Merlin) to 37.91 % (Adessa).

Keywords: soya, soybean, variety, protein, fat

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce doc. Ing. Veronice Bártové, Ph.D. za její odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala.

Obsah

1	ÚVOD	8
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
2.1	Sója luštinatá	9
2.2	Růstové a vývojové fáze	9
2.3	Historie a rozšíření	10
2.4	Produkce sóji v ČR	12
2.5	GMO sója	13
2.6	Nároky na prostředí	14
2.6.1	Biologická fixace dusíku	14
2.6.2	Zařazení sóji v osevním postupu	15
2.6.3	Technologie pěstování	16
2.6.4	Choroby a škůdci	18
2.7	Odrůdy sóji	19
2.8	Chemické složení sójových bobů	22
2.8.1	Bílkoviny: charakteristika a klasifikace proteinů sóji	24
2.8.2	Lipidy	26
2.8.3	Sacharidy	26
2.8.4	Vitamíny a minerální látky	26
2.8.5	Antinutriční látky	26
3	CÍL PRÁCE	28
4	MATERIÁL A METODIKA	29
4.1	Rostlinný materiál	29
4.2	Charakteristika odrůd	30
4.3	Příprava extraktu a SDS-PAGE analýza	33
4.4	Stanovení obsahu tuku v semenech analyzovaných odrůd sóji	34

4.5	Stanovení obsahu N látek.....	34
5	VÝSLEDKY.....	35
5.1	Obsah tuku a dusíkatých látek v semenech testovaných odrůd.....	35
5.2	SDS-PAGE analýza bílkovin testovaných odrůd a optimalizace separačního procesu	35
6	DISKUZE	39
7	ZÁVĚR.....	41
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	42
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
10	SEZNAM GRAFŮ.....	52
11	SEZNAM TABULEK.....	53

1 ÚVOD

Sója je hospodářsky řazená do skupiny olejnin, ale biologicky je taktéž luskovinou. V mnoha vědeckých publikacích je uvedeno, že sója je plodinou budoucnosti, díky své všestrannosti a četným možnostem užití. Lze ji využít jak pro potravinářské účely, tak i při výrobě krmných směsí pro hospodářská zvířata. Sója luštinatá se považuje za nejstarší kulturní plodinu a její pravlast je jihovýchodní Asie. Do Evropy se dostala v 18. století. Dříve byla Asie hlavním dodavatelem sójových bobů, postupem času její místo přebraly Spojené státy americké.

V současnosti se celosvětová plocha pěstované sóji pohybuje okolo 134 milionů hektarů. Největším producentem je Jižní Amerika, specificky Brazílie, jež stále navyšuje své výměry kvůli veliké poptávce. Nesmíme též opomenout Spojené státy americké a Argentinu. Evropa i Česká republika nepatří mezi velké producenty sójových bobů, jsme spíše závislí na dovozu z cizích zemí. Příprava půdy pro pěstování sóji musí být pečlivá, jelikož je velice náročná na pěstitelské podmínky, ale také na správnou agrotechniku. I přes její vysoké nároky na vláhu a teplotu se u nás sója luštinatá pěstuje, výměra zemědělské plochy činí více jak 28,5 tis./ha.

Odrůd sóji v ČR je mnoho, v našich podmínkách využíváme jak rakouské tak kanadské, výběr vhodné odrůdy je nejdůležitější z důvodu správného dozrávání, volíme především velmi rané druhy. Pro rok 2023 je v Seznamu doporučených odrůd v ČR registrováno 19 odrůd.

Sója se vyznačuje vysokým obsahem bílkovin (kolem 36,5 až 40 %). Sójové bílkoviny jsou schopné vázat vodu a tuky. Lze je částečně využít jako náhražku masa. Využívá se také v lidské výživě a vyrábí se z ní mnoho potravin jako je tofu, sójová omáčka či sójové mléko. Bílkoviny sóji se dělí na albuminy, globuliny, prolaminy a gluteliny. Mezi nejvýznamnější patří β – conglycinin (7S) a glycinin (11S). Semena obsahují také přírodní antinutriční látky, které mohou mít negativní vliv na zdraví lidí i hospodářských zvířat, některé snižují využitelnost bílkovin, narušují sliznici střev, snižují využitelnost minerálních látek nebo působí problémy v reprodukci. Naopak mezi příznivé látky řadíme isoflavony, jež disponují antioxidační aktivitou, a proto se řadí mezi látky s antikarcinogenním účinkem. Sója je též bohatá na tuk, její olej se skládá z polynenasycených mastných kyselin jež předchází kardiovaskulárním onemocněním. Plodina má potenciál eliminovat proteinovou podvýživu hrozící v mnohých oblastech třetího světa.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Sója luštinatá

Rod *Glycine* má mnoho druhů, z nichž většina pochází z Asie a USA. Sója luštinatá-*Glycine max* (L.) je jednoletá a samosprašná rostlina, řadíme jí do čeledi bobovitých. Kořenový systém je řádně vyvinutý, tvoří hlavní kulový kořen, z něhož vyrůstá hojná síť postranních kořenů, které ho přerůstají, pronikají do hloubky až 2 m. Na kořenech se v orniční vrstvě tvoří hlízký, které jsou vyvolané činností symbiotických bakterií druhu *Bradyrhizobium japonicum* (Hosnedl et al., 1998).

Rostlina vzchází epigeicky a dorůstá do výšky až 2 m. Lodyha je přímá, v její spodní polovině rostou postranní větve, jež se mohou dále větvit. Jedna z forem větvení je vhodná k pěstování na semeno, ta má vzpřímenou pevnější lodyhu, ke krmným účelům využíváme formu se slabší popínavou lodyhou (Baranyk et al., 2010). Barva lodyhy je zelená nebo s antokyanovým zbarvením, v semenné zralosti může být žlutá až šedožlutá. Listy jsou trojčetné, střídavé, dlouze řapíkaté. Při dozrávání u většiny forem listy opadávají. Lodyha, větve a listy jsou vlnatě ochlupené. Květenství je hrozen s 3 – 8 květy, mnohokvěté formy s 15 – 20 květy. Květy rostou souměrně a jsou oboupohlavní, jejich zbarvení je obvykle bílé až světle fialové. Kvetení trvá tři týdny. Plodem je protáhlý ochlupený lusk různého tvaru, velikosti a barvy. Lusky mohou být tvarově přímé, mečovité i srpovité. Velikostně rozlišujeme lusky od drobných až po velké, průměrná velikost lusu činí 5 cm. Vzhled zralých lusků bývá žlutý až světle hnědý. Na jedné rostlině je kolem 10 do 400 lusků, ty obsahují jedno až čtyři semena kulovitého až elipsoidního tvaru. Semena jsou žlutá, hnědá ale i dvoubarevná neboli mramorovaná (Akmalovna, 2022).

2.2 Růstové a vývojové fáze

U sóje, podle fenologické stupnice, rozlišujeme deset hlavních růstových a vývojových fází (Baranyk et al., 2010). První fází je klíčení, jde o tvorbu zárodku a hlavních orgánů rostliny. Toto stádium probíhá poměrně rychle, pokud je splněná podmínka dobré vlhkosti a teploty půdy. Záleží i na provzdušnění a hloubce setí.

Počátkem této fáze je výsev semene a pokračuje přes bobtnání, začátkem růstu kořínků až po vzcházení hypokotyly s děložními listy nad povrch půdy. Ve fázi vývoje listů je hlavním faktorem délka dne. Tuto fázi ovlivňuje i ranost půdy, kdy pozdější odrůdy prodlužují tuto fázi. Toto období je navazující na tvoření děložních listů, jejich úplným rozevřením, pokračuje tvorbou pravých listů přes tvorbu trojlístku na druhém až několikatém kolínku. Ve fázi tvorby postranních výhonů nastává rozdílnost mezi sójou a ostatními luskovinami. Od ostatních se sója odlišuje tím, že vegetační vrchol je spíše zvětšován než prodlužován. Fáze se uskutečňuje od prvního viditelného výhonku a probíhá až k x-tému postrannímu výhonu. Je ovlivněna průběhem počasí i dalšími jevy. I zde může dojít k prolnutí s navazujícími fázemi. Fáze dokončení vývoje vegetativních částí rostliny je charakteristická tím, že sója ukončuje svůj růst. Toto období je ideálním na sklizeň rostliny pro krmivářské účely (Burton, 1997). Základy květenství se objevují ve fázi tvorby květních poutat. Podobně jako u všech luskovin fáze kvetení trvá poměrně dlouho. Na rostlině jsou zřetelné květy i nalévající se lusky. Dochází k prolínání 6. a 7. fáze. Sója je zde citlivá na vláhu. Fáze vývoje semen a plodů je zřetelná v momentě, kdy první lusk dosáhne délky 15 až 20 milimetrů. Pokračováním v této fázi je dokončování délky dalších lusků se současným naléváním semen. Zmíněná fáze přibližně končí, když všechny lusky dosáhnou konečné délky a semena zaplňují prostor v lusku. O výnosu semen převážně rozhoduje množství srážek nebo vlhkost půdy. V neposlední řadě nastává u této rostliny fáze dozrávání plodů a semen, lusky postupně dozrávají, a to v závislosti na období kvetení. Semena v luscích mají svojí typickou barvu dle odrůdových vlastností jsou suchá a tvrdá. V poslední fázi stárnutí rostliny postupně ztrácejí barvu a opadávají. V tomto stádiu může dojít až k odumření celé nadzemní části rostliny a vypadání semen (Kumudini, 2010).

2.3 Historie a rozšíření

Sója luštinatá patří mezi nejstarší kulturní rostliny a za její původní pravlast se považuje jihovýchodní Asie (Houba a Dostálová, 2018). Dle archeologů byl předchůdce sóji znám již před 25 000 lety. Záznamy o pěstování pocházejí již z doby před 5 000 lety (Shrestha et al., 2023). Na základě historických i geografických důkazů dospěl Hymowitz (1970) k závěru, že sója byla domestikována v 11. století

před naším letopočtem (Burton, 1997). Sójové boby jsou velmi důležitou potravinou již po mnoho let. Sójové semeno je označováno jako „proteinová naděje“ budoucnosti kvůli své vysoké nutriční hodnotě (Shrestha et al., 2023).

Mytický císař Šennung byl božským zemědělcem, který učil lidi pěstovat plodiny, sóju doporučoval jako důležitou potravinu, proto je také pokládána za nejstarší kulturní plodinu (Dostálová, 2017). V 18. století se sójové boby dostaly do soupisu rostlin i v Evropě. Carl von Linné, švédský botanik, vypěstoval sójové boby jako první v klimatických podmínkách Evropy, a to v jedné z holandských zahrad. Samuel Bowen, jenž se živil jako obchodník, přivezl sóju z Číny do Ameriky. Čína figurovala jako hlavní dodavatel sójových bobů velmi dlouho, ale po druhé světové válce její místo přebraly Spojené státy americké (Kalma.cz, 2023)

V současné době se produkce sóji odhaduje na 391 milionů tun. Brazílie je největší producent sóji, neustále navyšuje výměry z důvodu velké poptávky. Mezi další významné producenty sóji patří USA (123 mil. tun) a Argentina (51 mil. tun). Celosvětová plocha by měla v současnosti přesahovat 134 mil. ha (Štranc et al., 2022). V Evropě existuje mnoho tržních příležitostí pro sójové boby a produkce pro potravinářský průmysl nebo produkce v organické kvalitě může být velmi zisková. Vysoká poptávka po bobech v Evropě je proto důležitým důvodem pro rozšíření pěstování sóji do středních a severních pěstitelských oblastí, kde jde prozatím o méně významnou plodinu (Karges et al., 2022).

Graf 1: Vývoj světové sklizňové plochy sóji (Štranc et al., 2022)



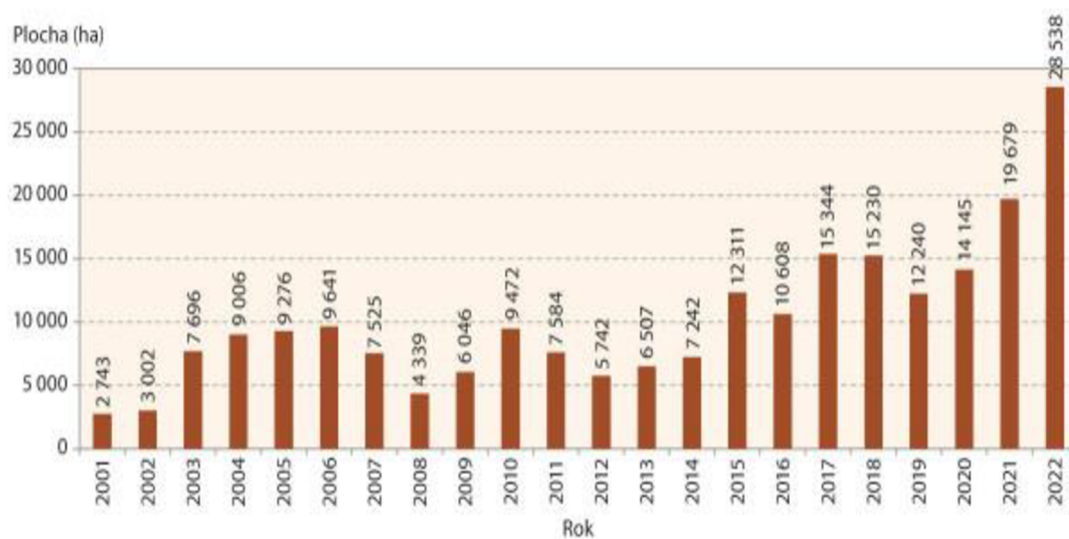
2.4 Produkce sóji v ČR

Sója dříve nezaujímal v našich podmínkách významné místo. Proto nebyla pevnou součástí osevních postupů. Situace byla podobná jako v případě kukuřice (Štranc et al., 2002). Tradiční luštěninou v českých zemích je hrách, který se u nás pěstoval historicky nejdéle, po objevení Ameriky jsme začali s pěstováním fazolí, sója byla na našem území introdukována pravděpodobně až v 19. století. Velkého rozšíření jsme se dříve moc nedočkali, sója u nás postrádá dostatek odpovídajícího tepla ke správnému vyvrání (Pokora, 2013). Později došlo na území ČR k rozšíření pěstování zejména díky inovace kanadských typů odrůd s kratší vegetační dobou (Houba a Dostálová, 2018).

V České republice je pěstování sóji ve vhodných oblastech přínosem nejen pro výnosnost svojí rostlinné produkce, pro ozdravení sledů plodin nebo zlepšení úrodnosti půdy, ale také z hlediska její nutriční a biologické hodnoty pro výživu lidí i hospodářských zvířat (Štranc et al., 2012).

V roce 2022 došlo v ČR ke skokovému růstu o 45 % výměry oproti roku 2021. Výměra momentálně činí více než 28,5 tis./ha. Podle přiloženého grafu se jedná o historicky nejvyšší plochu sóji. V roce 2021 byly výnosy nadprůměrné, a to 2,61 t/ha. Osevní plochy v ČR se výrazně zvyšují spolu s růstem výnosů sóji (Štranc et al., 2022).

Graf 2: Vývoj osevních ploch sóji v ČR (Štranc et al., 2022)



2.5 GMO sója

GMO lze definovat jako organismy, ve kterých byl genetický materiál (DNA) změněn způsobem, který původně neexistoval a není možné ho vytvořit běžnou hybridizací nebo technologií rekombinantní DNA. Přidání cizích genů se v rostlinách často používá k produkci nových proteinů, které poskytují toleranci vůči patogenním organismům, a v poslední době se také uplatňují postupy vedoucí ke zlepšení chemického profilu zpracovaných produktů, např. rostlinného oleje. Sójové boby lze produkovat v systému: geneticky modifikovaného organismu (GMO) a non-GMO. Detekce geneticky modifikovaných organismů ve vzorcích potravin a krmiv se stala velmi složitou záležitostí, která vyžaduje integraci technických, právních a obchodních informací. Jednou z nejvýznamnějších typů GMO transformace pro pěstitele je produkce GMO sóji se zvýšenou odolností vůči herbicidní látce glyfosfátu (Querci et al., 2010).

Pro mnohé byla hrozbou a argumentem proti sóje její modifikace. Ve Spojených státech amerických se odhaduje, že až 90 % porostů sóji je geneticky modifikovaných a její využití je zejména v krmivářském průmyslu. Evropská pravidla pro GMO jsou striktní a jejich přítomnost musí být uvedena na obalu. Výrobce sójových produktů, prodávaných ve zdravé výživě, deklarují, že GMO sóju nepoužívají. Někteří používají surovinu, která pochází z kontrolovaného ekologického zemědělství (Berschneider, 2016).

V České republice většinu GMO odrůd lze využít pouze pro laboratorní účely nebo při pokusném pěstování. Pro použití v potravinách a krmivech je povolen pouze jeden typ modifikované sóji, což je tzv. Roundup Ready sója firmy Monsanto. V České republice se však pěstovat nedá a dováží se jako surovina nebo ve formě polotovarů z jiných zemí (Vargová, 2009).

Podle nařízení č. 1829/2003 se smí jako potravina nebo krmivo použít pouze povolený geneticky modifikovaný organismus. Evropská Komise zveřejňuje registr těchto povolených potravin a krmiv (ÚKZÚZ, 2013).

2.6 Nároky na prostředí

Sója je krátkodenní, největší nároky má na sluneční záření a to v období kvetení, nasazování lusků a nalévání semen. Vhodnými podmínkami pro pěstování sóji v ČR je průměrná roční teplota alespoň 8 °C, dostatek vláhy a optimální půdní podmínky, tj. půda nakypřená, dobře zásobená humusem i základními živinami včetně vápníku, hořčíku a mikroelementů. Stav půdy ovlivňuje její konečnou kvalitu (Houba et al., 2009; Anthony et al., 2012).

Minimální teplota klíčení je 6 – 7 °C. Optimální je 15 – 25 °C. Nízké teploty zpomalují a vysoké urychlují vývoj listů (Jarecki et al., 2018). Vhodná tepelná konstanta je v rozmezí 2000 – 3000 °C, pro rané odrůdy je ideální 2000 – 2300 °C (Onat et al., 2017). Je pravděpodobné, že globální změna klimatu bude mít v budoucnu podstatný dopad na produkci sóji. Bylo prokázáno, že rostoucí teplota snižuje výnos zrna. Zesilující meteorologické sucho způsobené globálním oteplováním navíc negativně ovlivnilo celosvětové výnosy sóji (Feng et al., 2021).

Sója má vysoké nároky na vláhu, které jsou již v období klíčení a jsou často limitujícím faktorem při zavádění sóji do nových oblastí. Nedostatek půdní a vzdušné vláhy způsobuje opadávání květů a lusků. Sójová semena vyžadují ke svému nabobtnání velké množství vody: ke klíčení potřebují 110 – 140 % vody v přepočtu na hmotnost. Roční úhrn srážek by měl být 550 – 650 mm (Arslan et al., 2018).

Půdy vyžaduje hluboké, hlinité, jílovitohlinité a s dostatkem humusu okolo 2 – 2,5 %. Rostlině se daří na slabě kyselých až neutrálních půdách (pH 6,5 – 7). Zastíněné či zaplevelené stanoviště s kyselou pH reakcí půdy je nevhodné pro pěstování této plodiny. Kritéria nejvíce splňují lužní a nivní půdy, černozemě, hnědozemě (Lahoda et al., 1990).

2.6.1 Biologická fixace dusíku

Základní rostlinná produkce je omezena dostupností několika primárních makroprvků, mezi nimiž hraje významnou roli dusík. V rostlinné produkci je potřeba tento prvek respektovat díky jeho vlastnostem. Existuje relativně omezené množství organismů, jež mohou využít atmosférickou formu dusíku. Využití dusíku závisí na

kvalitě a formách jeho koloběhu v biosféře. Fixace molekulárního neboli vzdušného dusíku je zásadní proces potřebný k produkci organické hmoty na této planetě. Zvýšená rostlinná produkce není možná bez zvýšené fixace molekulárního dusíku. Jedním ze způsobů jak dodat dusík z atmosféry do oběhu je biologická fixace. Biologická fixace je přeměna molekulárního dusíku na amoniak s přispěním mikroorganismů, jako jsou bakterie, sinice nebo mikromycety, jež produkují enzym nitrogenázu (Hosnedl et al., 1998).

Symbiotické bakterie pronikají z půdy přes kořenové vlášení do postranních kořenů, kde vytvářejí hlízkovité útvary, ve kterých žijí (Středa et al., 2018). V 80. letech 20. století objevil Hellriegel symbiotickou fixaci, zjistil, že leguminózy (rostliny z řádu *Fabales*, nebo rostliny, jež tvoří hlízky na kořenech, jsou odlišné od obilovin s obsahem dusíkatých živin. Po objevení tzv. křížově inokulačních skupin, byly celé rody bakterií pojmenovány *Rhizobium* a bakterie *Rhizobia* (Hosnedl et al., 1998).

Každá luskovina má svůj specifický druh patřící do rodu *Rhizobium*, u sóji je to *Bradyrhizobium japonicum*, jež se jako druh rhizobií v půdě v ČR nevyskytuje. Lze je do půdy dostat inokulací osiva. Inokulace u sóji je základním předpokladem pro vznik hlízek na kořenech rostliny (Hennecke, 1990; Šnobl et al., 2005; Möllerová, 2006).

Kolonie symbiotických bakterií jsou obvykle bílé nebo béžové, kruhové, neprůhledné nebo poloprůsvitné, slizovité. Do 3 týdnů po vzejití rostliny dochází k tvorbě hlízek. Symbiotický vztah mezi hostitelskými rostlinami a bakteriemi funguje na principu, že bakterie svojí činností poutají vzdušný N, který rostlina po zabudování do forem přijatelných rostlinou využívá a ta zpětně poskytuje bakteriím energetický zdroj ve formě glycidů (Lindström a Mousavi, 2019). Účinnost bakterií ovlivňují podmínky prostředí, vlhkost půdy (optimum 40 – 60 %), teplota půdy (14 °C), provzdušněnost půdy (Möllerová, 2006).

2.6.2 Zařazení sóji v osevním postupu

Střídání plodin v osevním postupu je základním procesem v zemědělství a zahrnuje pěstování různých plodin na poli v průběhu určitého období namísto opakovaného pěstování stejné plodiny. Střídání plodin má mnoho výhod, včetně zlepšení zdraví

půdy, ochrany proti škůdcům a plevelům a zvýšení celkové produktivity plodin (Křen et al., 2015).

Sója není náročná na předplodinu, ale není doporučeno jí vysévat po víceletých píceřinách (Houba et al., 2011). Má vynikající předplodinovou hodnotu a lze ji zařadit mezi dvě obilniny, jako zlepšující plodinu. Její vhodnou předplodinou bývají hnojené okopaniny. Ve Spojených státech amerických a v Kanadě se sója obvykle pěstuje ve dvouletých cyklech, sóju totiž lze zařadit do osevního postupu 2 až 3 roky po sobě. V některých oblastech USA dochází v druhém roce k rozvoji hlízkových bakterií, v ČR z důvodu mrazů toto není možné. Vytrvalé plevele, choroby (např. hlízka obecná) a škůdci (např. sviluška chmelová), mohou dělat na pozemku veliké problémy při opakovaném pěstování sóji (Baranyk et al., 2010).

Zařazení sóji do osevního postupu může zlepšit zdraví půdy několika způsoby. Za prvé, sója je luskovina, což znamená, že dokáže vázat dusík z atmosféry a dodávat ho do půdy. To pomáhá zlepšit úrodnost a může snížit potřebu syntetických dusíkatých hnojiv. Za druhé, sója má hluboký kořenový systém, který může pomoci rozbít ztuhlou půdu, zlepšit její strukturu a infiltraci vody. Sója také může pomáhat potlačovat choroby přenášené půdou, protože produkuje sloučeniny, které potlačují růst některých půdních patogenů (Bullock, 1992).

Je relativně odolná vůči mnoha běžným škůdcům a chorobám, takže v osevním postupu může pomoci snížit výskyt těchto problémů u následných plodin. Kromě toho sója produkuje chemickou látku zvanou daidzein (izoflavon), která prokazatelně potlačuje růst některých plevelů (Agomoh et al., 2021).

2.6.3 Technologie pěstování

Příprava půdy pro pěstování sóji musí být velice pečlivá, sója je náročná na pěstitelské podmínky, ale též na správnou agrotechniku. Na jaře je nutné nakypření půdy do hloubky 5 – 7 cm, toto je dobré pro urovnání povrchu a eliminaci plevelů, zároveň je potřeba zvolit postupy, jimiž šetříme zimní vláhu v půdě (Ergashovich a Akmalovna, 2022).

Pokud na daném pozemku nebyla sója pěstována, je nutná inokulace a též startovací dávka 20 – 30 kg N. Preferováno je vápnění k předplodině, jelikož sója nesnese alkalické reakce. Příjem živin na jednu tunu osiva činí 70 – 90 kg N, 12 – 20 kg P, 30 – 40 kg K, 20 kg C a 1 kg Mg. Při optimální činnosti hlízkových bakterií a

na dobře zásobených půdách se můžeme obejít bez hnojení dusíkem. V situaci kdy je symbiotická fixace vzdušného dusíku nedostatečná a není v půdě ani dostatek minerálního dusíku, dochází k růstové depresi. V tomto případě je nutné jarní hnojení s dávkou až 80 kg N/ha (Houba et al., 2009). Dusík nemusíme nutně aplikovat, ale přítomnost mikroelementů je užitečný. Není vhodné používat bezprostřední organické hnojení, jelikož způsobuje vyšší tvorbu zelené hmoty a prodlužuje vegetační dobu rostliny (Houba a Dostálová, 2018). Dále se doporučuje používat Amofos (granulované hnojivo) nebo NPK. Důležitá je také dostupnost síry a mikroprvků, patří sem Bor, Zinek, Molybden, Mangan a Cobalt (Houba et al., 2011).

Hustota výsevu má vliv na hektarový výnos semen sóji. Optimální počet rostlin se pohybuje v rozmezí 450 – 650 tisíc rostlin/ha. Závisí hlavně na termínu setí, úrodnosti daného stanoviště a především na vybrané odrůdě. Sóju sejeme do hloubky 2,5 – 7 cm, výjimečně do 7 cm. Doporučovaná meziřádková vzdálenost je 25 – 40 cm, ale vhodná je i vzdálenost 12,5 cm. Termín setí se odvíjí v závislosti na teplotě půdy, jež by měla mít minimálně 8 °C, výsev většinou uskutečňujeme v polovině dubna až do první dekády května. Vhodný je časný výsev sóji z hlediska větší zásoby vláhy v půdě, z praktických důvodů dochází i k snadnější a dřívější sklizni a menším ztrátám kvality semene (Baranyk et al., 2010). Optimální výsevek činí 0,6 – 0,8 MKS/ha, HTS 120 – 140 kg/ha. Nižší výsevek má za následek menší poléhávání, zatímco při vyšším výsevku první lusky nasazují výše a je potlačován růst plevelů. Je nutné vždy vysévat certifikované osivo (Houba et al., 2011).

Herbicidní ochrana porostu je velice důležitá pro celkovou úspěšnost pěstování sóji, dáváme přednost preemergentním herbicidům. Můžeme též využít postemergentní aplikaci herbicidů, ale je potřeba počítat s fytotoxicitou (Šnobl et al., 2005).

Sklizeň provádíme, když jsou rostliny v plné zralosti, listy jsou opadané, lusky mají hnědou barvu a semena v nich jsou uvolněná a chrastí (Hosnedl et al., 1998). Optimální vlhkost semene by měla být v rozmezí 12 – 15 %. Termín sklizně je zpravidla v polovině září do poloviny října (Houba a Dostálová, 2018).

2.6.4 Choroby a škůdci

Produkcí sóji mohou výrazně ovlivnit choroby a škůdci, kteří mohou snížit výnosy a kvalitu. Ztráty způsobují půdní houby (*Pythium*spp., *Rizoctonia*spp., *Verticillium*spp., *Fusarium*), také patogeni přenosní osivem (*Phoma*spp., *Botrytis*spp., *Peronospora*spp.). Dále virózy (SMV – virus mozaiky sóji, BPMV – virus skvrnitosti lusků, ten se u nás významně nevyskytuje), bakteriózy (*Pseudomonas*spp., *Xanthomonas*spp.) a plíseň sójová. *Fusariumoxysporum* způsobuje nebezpečné vadnutí sóje. Vážné škody způsobují i škůdci, nejvýznamnější je sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*). Jako ochranu využíváme chemické prostředky, důležitá je také regulace výskytu mšic. Škody mohou způsobit i králíci, zajáci, bažanti i holubi (Hosnedl et al., 1998).

CHOROBY

U nás se z chorob se nejvíce vyskytuje hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum*), která způsobuje unáhlené odumírání stonků a tím i ukončuje vegetaci rostliny. Prevencí je správné dodržování osevního odstupe 3 – 4 roky od hostitelských rostlin (Procházka a Poláková, 2013).

Rez sójová (*Phakopsora pachyrhizi*) je způsobena houbou, která vytváří oranžovohnědé léze na listech, stoncích a luscích rostlin. Tato choroba může výrazně snížit výnosy, zejména pokud se objeví na začátku vegetačního období. Strategie boje proti této chorobě zahrnují používání odolných odrůd, fungicidů a střídání plodin (Holec, 2005).

Virus mozaiky sóji (SMV) způsobuje žloutnutí a skvrnitost listů sóji. Virus přenášejí mšice a může přetrvávat ve zbytcích sóji. Příznaky se objevují v době kvetení a po odkvětu (Widyasari et al., 2020).

Plíseň sójová (*Peronospora manshurica*) způsobuje na listech sóji malé, vodou nasáklé skvrny, které se mohou spojovat a vytvářet nepravidelné tvary. Choroba může snížit výnosy a může přetrvávat ve zbytcích sóji (ÚKZÚZ, 2023b).

ŠKŮDCI

Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*) poškozují listy rostliny sáním, zanechává na listech světlé skvrny. Listy postupně mění barvu a následně odumírají (ÚKZÚZ, 2023c)

Mšice broskvoňová (*Myzus persicae*) škodí na listech, nejčastěji na spodní straně. Přenáší virus Beet yellows virus (virová žloutenka, BYV) a Beet mild yellowing virus (virus mírného žloutnutí řepy, BMYV) (Seul-Ki et al., 2007).

Kyjatka hrachová (*Acyrtosiphon pisum*) poškozené rostliny žloutnou a zasychají, dochází ke žloutnutí listů. Přenosem viróz jako je vir mozaiky hrachu škodí nepřímo (ÚKZUZ, 2023c).

2.7 Odrůdy sóji

Pro dosažení úspěšného pěstování sóji se předpokládá správný výběr vhodné odrůdy. S ohledem na její biologické potřeby, zejména nároky na vláhu a fotoperiodicitu. V podmínkách ČR je třeba volit obzvláště odrůdy s krátkou vegetační dobou (do 130 dnů) poskytující dobré výnosy. Důležitá je také mrazuvzdornost a suchovzdornost především na jižní Moravě a severozápadu Čech. Jestliže se dozrávání semen a sklizeň posunou do méně příznivých podmínek, jako je období druhé poloviny října a listopad, variabilita výnosů může kolísat. Pro úspěšné pěstování sóji se v ČR doporučuje zvolit ranou odrůdu, která dozrává do konce září, možné je i v 1 dekádě října. Z tohoto důvodu je nutné pro pěstování v našich podmínkách volit odrůdy, jež jsou fotoperiodicky relativně indiferentní, což znamená méně citlivé na délku světelného dne (Baranyak et al., 2010).

Stálou, záměrnou činností a šlechtěním byly vytvořeny stovky dokonce i tisíce odrůd. Dle Mezinárodní unie pro ochranu nových odrůd rostlin (UPOV) a zákona (zákon č.219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin, ve znění pozdějších předpisů), je odrůda soubor rostlin patřící k nejnižšímu stupni botanického třídění, ten lze vymezit projevem znaků z daného genotypu či kombinace genotypů, jež jde odlišit od jiných souborů rostlin, alespoň projevem jednoho z určených znaků (Houba a Dostálová, 2018).

System odrůdového zkoušení a následná registrace je založen na principu hodnocení odrůdových vlastností, jež je zajišťováno v ČR ÚKZÚZ, Národním odrůdovým úřadem. Souvisí to s prováděním zkoušek DUS (Distiction, Uniformity, Stability), to znamená odlišnost, vyrovnanost a stálost. Odrůdy jsou vytvářeny pomocí šlechtitelských metod. Základem je selekce, pozitivní či negativní. (Mezlík, 2017).

V ČR většina registrovaných odrůd, vznikala a vzniká klasickými postupy selekce a křížením, jsou uvedeny ve Společném katalogu odrůd EU (Houba a Dostálová, 2018).

V současné situaci je nejjednodušší importovat vhodné odrůdy z oblastí, které jsou jak klimaticky, tak svou zeměpisnou šířkou nejbližší k České republice. Například rakouské odrůdy od firmy Saatbau Linz Ltd. (jako je Merlin, London, Lambton), kanadské odrůdy od firmy Semences Prograin Inc. z provincie Quebec (odrůdy Korada, Supra, OAC Vision). Také se u nás využívá odrůda OAC Erin z kanadské provincie Ontario. Odrůdy jako je Aida, Sluna, Polanka a další již u nás pěstovány nejsou. Vyzkoušeny byly i odrůdy srbské a maďarské, ale v našich podmínkách se jim moc nedařilo a pozdě dozrávaly. K výběru odrůdy je třeba věnovat velkou pozornost, důvodem je to, že délka vegetační doby jedné a téže odrůdy se značně liší a může se rok od roku na stejném místě lišit až o 15 dní (Baranyk et al., 2010).

V ČR shromažďují genetické zdroje, popisují, uchovávají a evidují odrůdy pracoviště jako je Agritec, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o., Šumperk (Houba a Dostálová, 2018).

V současné době je ve Společném katalogu odrůd zapsáno kolem 570 odrůd sóje. Osivo těchto odrůd lze množit a obchodovat s nimi v celé Evropské unii. V ČR je registrováno 22 odrůd, které byly testovány v našich klimatických podmínkách. Seznam doporučených odrůd pro výsadbu pro rok 2023 zahrnuje 19 odrůd. Výsledky vycházejí z víceletých zkoušek užitné hodnoty (pro rok 2019 – 2022) a byly dosaženy v relativně husté síti zkušebních stanic ÚKZÚZ a stanic spolupracujících organizací (Vytiska, 2023).

Tab. 1: Seznam doporučených odrůd sóje pro rok 2023 (Vytiska, 2023; ÚKZÚZ, 2023a)

Kategorie ranosti	Kategorie doporučení	Odrůda	Výnos semen	Kvalita semene (2019 – 21)			Agronomická charakteristika					Rok registrace
				Výnos NL	Obsah NL	Obsah tuku	Rychlost počátečního růstu	Odolnost proti poléhávání	Délka rostliny	Výška nasazení prvního lusu	HTS	
				%	%		9 – 1		cm	g		
Velmi rané	PD	Abaca*	113	115	39,2	20,8	8,2	8,7	84	13,3	206	2022
	D	Ambella	88	85	37,5	22,2	8,4	7,8	74	10,2	182	2019
	D	Marzena	94	91	37,5	21,3	8,2	8,0	85	11,6	171	2020
	D	Mayrika	93	89	37,7	21,6	7,9	8,8	93	13,9	161	2018
	PD	Pripyat*	94	98	39,5	20,9	8,4	8,4	84	11,6	160	2022
Rané	D	Albiensis	112	106	39,1	20,8	8,3	8,8	91	13,7	229	2018
	D	Aurelina	109	115	42,0	20,1	8,1	8,8	91	14,1	205	2020
	D	Bettina	109	103	37,9	21,5	7,8	8,8	87	13,9	200	2018
	D	Brunensis	106	108	40,2	20,1	8,0	8,5	92	12,9	197	2010
	PD	ES Collector*	117	121	39,8	20,6	7,7	8,9	90	13,3	194	2022
	D	Kofu	111	107	38,2	21,0	7,7	8,8	91	12,7	209	2015
	D	Korus	103	111	44,2	19,1	8,0	8,6	85	13,0	195	2012
	PD	Liska*	102	113	44,5	18,8	8,3	8,7	84	12,6	213	2022
	PD	Marquise*	109	113	40,5	21,0	8,4	8,8	88	13,3	202	2022
	D	Moravians	103	107	40,7	20,1	8,1	8,6	91	13,1	203	2008
	D	Silesia	98	101	40,9	20,3	8,5	8,0	94	14,1	225	2009
PD	Sully*	104	114	42,7	20,3	7,4	8,9	92	13,1	195	2022	
Středně rané	D	Hana	104	115	43,2	19,4	7,7	8,6	88	12,5	202	2020
	D	Tertia	114	116	41,1	20,2	8,1	8,7	88	13,6	220	2018
100% v t/ha		3,39										

Kategorie doporučení: D – doporučená, PD – předběžně doporučená

*Nově registrovaná odrůda (menší počet dat)

2.8 Chemické složení sójových bobů

Sója je díky svému jedinečnému chemickému složení jednou z nejcennějších zemědělských komodit. Mezi ostatními druhy luskovin má nejvyšší obsah bílkovin v semeni. Obvyklý obsah bílkovin v semenech ostatních luskovin se pohybuje v rozsahu 20 až 30 %. Sója obsahuje 35 – 40 % bílkovin (Liu, 1997). Má vysokou výživovou hodnotu, výborné funkční vlastnosti jako je schopnost vázat vodu a tuk. Bílkovinu semen lze transformovat na strukturu, která má podobné vlastnosti jako vláknitá struktura živočišné bílkoviny. Také je poměrně levnější než živočišné bílkoviny. Významný je též obsah lipidů s dobrým složením mastných kyselin (vysoký obsah polynenasycené mastné kyseliny, zejména n – 3 mastné kyseliny linolenové) (Prugar et al., 2008).

Obsahuje také vysoké množství vitamínů, zejména vitamínů skupiny B (B1 a niacin) a vitamín E. Z minerálních látek obsažených v sóji jsou pro výživu člověka nejdůležitější vápník, fosfor, hořčík a železo. Důležitý je i obsah vlákniny. V sóji nalezneme i přírodní antinutriční látky, jako jsou: inhibitory proteáz, zejména trypsinu (snižuje využitelnost bílkovin), lektiny (zpomalují růst), taniny (stahování a smršťování tkání), kyselinu fytovou (snižuje využitelnost minerálních látek), saponiny (narušují sliznici střev), fytoestrogeny (působí problémy v reprodukci), nestravitelné oligosacharidy (způsobují nadýmání), purinové látky (mají souvislost se vznikem dny) aj. Sójové bílkoviny mohou u některých jedinců způsobit alergii. U řady z těchto látek se však v poslední době prokázalo, že působí i příznivě. Isoflavony, jsou uznávány pro svou silnou antikarcinogenní aktivitu a schopnost předcházet dalším nemocem (Dostálová, 2009). Plodina má potenciál eliminovat proteinovou podvýživu hrozící v mnohých oblastech třetího světa (Agarwal et al., 2013).

Látky jako jsou sacharidy, lipidy, aminokyseliny a nukleové kyseliny patří mezi primární metabolity, jež jsou nezbytné pro správné fungování organismu, podílejí se na růstu, vývoji a rozmnožování. Nacházejí se v mikroorganismech, rostlinách, zvířatech a houbách (Min et al., 2016). Saponiny, fytosteroly, flavonoidy, inhibitory proteáz či fytoestrogeny, ale i mnohé další patří do sekundárních metabolitů. Sekundární metabolity jsou často označovány jako sloučeniny, které nemají žádnou zásadní roli v udržování životních procesů v rostlinách, ale jsou důležité, aby rostlina interagovala se svým prostředím za účelem adaptace a obrany. Jsou potřebné v

obraně rostlin proti býložravcům a patogenům. Často mohou poskytovat ochranu proti environmentálním stresům. Sekundární metabolity také přispívají ke specifickým pachům, chutím a barvám rostlin. Jsou také jedinečnými zdroji potravinářských přídatných látek, příchutí, léčiv a průmyslově důležitých léčiv. (Akula and Ravishankar, 2011).

Tab. 2: Průměrné složení zralých sójových bobů (Prugar et al., 2008)

Průměrné složení zralých sójových bobů	
Složka	Obsah (%)
Voda	8,5
Bílkoviny	36,5
Lipidy	19,9
Sacharidy	30,2
- z toho vláknina potravy	9,3
Popel	4,9
Energie	1742 kJ (416 kcal)

Tab. 3: Průměrný obsah živin v semenech hlavních druhů luštěnin včetně sóji (Houba et al., 2009)

Průměrné obsahy živin v semenech hlavních druhů luštěnin							
Druh luskoviny	Sušina	Organická hmota	NL	Tuk	Vláknina	BNLV	Pope I
	%						
Hrách	86,6	83,8	22,7	1,9	6,0	53,5	3,0
Bob	85,7	82,5	25,4	1,5	7,1	48,5	3,2
Lupina bílá	91,1	85,6	36,6	9,0	11,8	28,5	5,5
Sója	90,0	85,3	33,2	17,5	4,4	30,2	4,7
Druh luskoviny	K	P	Mg	S	Na		
	g.kg ⁻¹						
Hrách	9,9	3,8	1,3	1,0	0,6		
Bob	11,8	5,3	1,3	0,8	0,4		
Lupina bílá	9,0	5,4	2,5	2,3	0,6		
Sója	15,4	6,7	3,4	2,3	0,3		

2.8.1 Bílkoviny: charakteristika a klasifikace proteinů sóji

Sója obsahuje značné množství bílkovin (35 – 40 %), a díky tomu je známá pro svoji vysokou biologickou hodnotu. Esenciální aminokyseliny mají v sójových bílkovinách významné zastoupení (až 80 %), z nichž nejvýznamnější je glycin, jehož obsah činí až 36 %. Naopak limitujícími aminokyselinami jsou metionin, cystein a tryptofan a proto sójové bílkoviny nejsou pokládány ve srovnání s živočišnými za plnohodnotné (Dostálová, 2017). Tento problém je řešitelný kombinací sójové bílkoviny s bílkovinami obilnin, neboť u těchto bílkovin je naopak za limitující považována aminokyselina lysin, zatímco metioninu mají dostatek. Tepelná úprava je nezbytná pro zlepšení stravitelnosti a snížení obsahu antinutričních látek, zejména aktivity inhibitorů proteas. U optimálně zpracovaných sójových produktů předpokládáme stravitelnost 92 – 100 %. Při tepelném zpracování by však nemělo docházet k nadměrnému přehřátí, neboť některé aminokyseliny jsou při vysokých teplotách oxidovány a sníží se tak kvalita bílkovin (Dostálová, 1990).

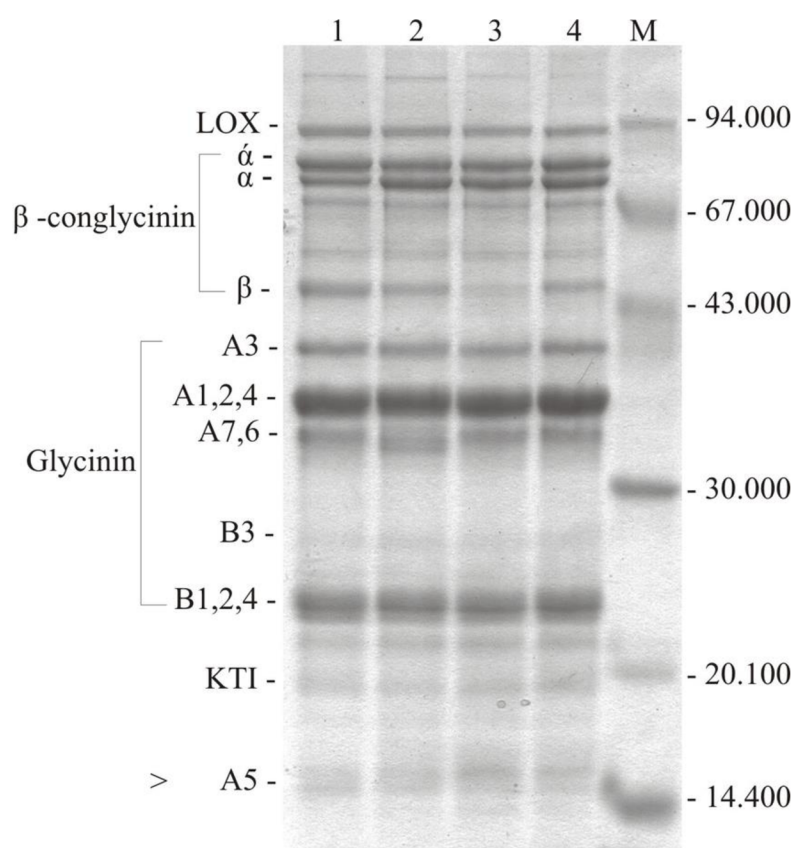
Mezi vlastnosti sójových bílkovin patří schopnost vázat vodu a tuky, takže je lze technologicky formovat do vláknitých struktur podobných bílkovinám masa. Můžeme ji takto částečně využít jako náhražku masa. Důvod, proč se používají v lidské potravě mnohem častěji, je ten, že je jejich cena ve srovnání s živočišnými bílkovinami nízká (Dostálová, 2017). Bílkoviny ze semen sóji jsou používány pro mnoho druhů tradičních potravin (např.: tofu, sojová omáčka, sójový olej) (Yang et al., 2011).

Bílkoviny rostlinných semen se dělí z hlediska jejich funkce na zásobní, strukturální a biologicky aktivní, jež zahrnují enzymy, enzymové inhibitory a lektiny. Bílkovinná klasifikace se dělí podle rozpustnosti a zahrnuje vodorozpustné albuminy, globuliny rozpustné ve slabých solných roztocích, prolaminy rozpustné ve vodných alkoholických roztocích a gluteliny rozpustné ve slabě zásaditých roztocích nebo kyselin. Bílkoviny sóji rozdělujeme do kategorií proteinů podle jejich sedimentačních koeficientů, to jsou 2S albuminy a 7S, 11S, 12S globuliny. Molekulová hmotnost u globulinů se pohybuje v rozmezí 50 – 60 kDa. Albuminy, nazývané též jako 2S albuminy jsou ve srovnání s globuliny v menšině, typicky mají rozsah molekulové hmotnosti mezi 10 – 20 kDa. U sóji se vyskytují disociované monomery (2 – 3S) a trimery 7S (nazývané též jako β -conglycinin) (Bárta et al.,

2021). Beta – conglycininy patří mezi zásobní bílkoviny sóji, jejichž molekulová hmotnost je 150 – 200 kDa. Jsou směsí heterotrimerních a homotrimerních glykoproteinů, složených ze tří N-glykosidických podjednotek (α , α' , β), které jsou spojené vodíkovými vazbami (Murphy, 2008).

Jak již bylo zmíněno, sója se vyznačuje vysokým množstvím bílkovin, obsahuje také i 20 % oleje, jehož odstraněním při nižších teplotách získáváme sójový proteinový izolát (SPI), který se využívá v potravinářském průmyslu. SPI je směs různých proteinů a hlavní složky: 2S, 7S, 11S a 12S, které jsou již zmíněné v této části. Mezi nejvýznamnější patří β – conglycinin (7S) a glycinin (11S) (Nishinati et al., 2014)

Mnoho 11S globulinů se nachází v rostlinných semenech jako hlavní zásobní bílkoviny pro jejich výživu, jejich molekulová hmotnost je 300 – 380 kDa. Jejich hlavním úkolem je poskytnout dusík v amino formě, síru a uhlík pro klíčící semena (Fukushima, 2011).



Obrázek 1: Proteinové frakce sójových bobů (Barac et al., 2011).

2.8.2 Lipidy

Další důležitou složkou sóji jsou lipidy. Složení mastných kyselin sójových lipidů je nutričně příznivé díky vysokému obsahu polynenasycených mastných kyselin. Kyselina linolenová, která je z řady n-3, je důležitá v prevenci kardiovaskulárních onemocnění. Příjem těchto kyselin je v naší populaci nedostatečná (Perkins, 1995). Sójový olej neobsahuje cholesterol, ale obsahuje poměrně velké množství rostlinných sterolů (fytosterolů). Fytosteroly brání vstřebávání cholesterolu z potravy v trávicím traktu. Surový sójový olej je jedním z nejvýznamnějších zdrojů fosfolipidů s pozitivním vlivem na lidský organismus. Komerčně je využíván pod názvem sójový lecitin (Pánek et al., 2002).

2.8.3 Sacharidy

Sacharidy v semenech sóji nemají tak veliký výživový význam jako bílkoviny a lipidy. Sója obsahuje až 10 % sacharózy a přibližně 5 % nestrávitelných oligosacharidů, které způsobují nadýmání. Sója též obsahuje malé množství škrobu na rozdíl od ostatních luštěnin. Sója má i vysoký obsah vlákniny (Pánek et al., 2002).

2.8.4 Vitamíny a minerální látky

Mezi vitamíny patří hlavně vitamíny ze skupiny B, jako je B₁ a niacin a dále vitamín E. Z minerálních látek má největší význam pro lidskou výživu vápník, fosfor, hořčík a železo. Přínos sójových minerálů pro lidský organismus je však výrazně nižší ve srovnání s živočišnými zdroji díky vazbě kyseliny fytové a oxalové na vlákninu (Prugar et al., 2008). Kyselina fytová se nachází především v semenech rostlin, kde funguje jako rezervní materiál pro fosfor, ale omezuje vstřebávání železa. Její obsah činí 1 – 2 % (Jaffe, 1981).

2.8.5 Antinutriční látky

Antinutriční látky jsou látky, které mohou působit na lidské zdraví negativním vlivem nebo mohou mít určitý vliv na využitelnost živin v organismu. Lektiny

(hemagglutiny) a inhibitory proteáz mají bílkovinnou povahu, jsou to látky termolabilní, což znamená, že se jich můžeme zbavit dostatečnou tepelnou úpravou. Kvůli přítomnosti těchto látek se nedoporučuje konzumovat luštěniny v syrovém stavu. Trypsin, který patří mezi inhibitory proteáz, snižuje stravitelnost bílkovin. Při klíčení semen se aktivita inhibitorů v luštěninách snižuje, ale při delší době klíčení se jejich aktivita naopak zvyšuje. Při vyšší konzumaci lektinů se můžeme potýkat s trávicími potížemi. Obsah lektinů se liší v závislosti na druhu luskoviny, sójové boby obsahují větší množství lektinů než jiné druhy. Mezi neproteinové antinutriční látky řadíme již zmíněnou kyselinu fytovou, dále tanniny saponiny a nestravitelné oligosacharidy (alfa-galaktosidy), které jsou též termolabilní. Tanniny mohou zhoršit využitelnost některých aminokyselin. Saponiny se vyznačují několika typy s různou toxicitou a stabilitou. Některé druhy saponinů nejsou pro člověka jedovaté, ale naopak některé mohou poškodit střevní sliznici. Doba se posouvá stále kupředu, několik studií prokazuje, že i některé antinutriční látky mohou mít pozitivní účinky v lidském organismu (Księżak a Bojarszczuk, 2014).

Tab. 4 Antinutriční látky v semenech luskovin (Hosnedl et al., 1998)

luskovina	látky ovlivňující stravitelnost		látky toxické	
	inhibitory trypsinu	taniny	hemagglutiny	alkaloidy
lupina				(***)
hrách polní	*		*	
peluška	*	*	*	
bob obecný	*	**	*	
fazol			***	
sója	***		*	
Způsoby snížení:	zahřátím	odstranění osemení	zahřátím	máčením

Vysvětlivky: * nízký obsah, ** střední obsah, *** vysoký obsah

3 CÍL PRÁCE

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši botanické charakteristiky sóji luštinaté a popsat bílkovinnou složku přítomnou v semenech sóji. Dalším cílem byl experimentální pokus zabývající se hodnocením a sledováním odrůdové variability obsahu tuku a dusíkatých látek u sóji, speciálně u odrůd Merlin, Royka, Ambella, Adessa a vypracovat optimalizovaný postup SDS-PAGE separace bílkovin sóji.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Rostlinný materiál

K analýzám byl použit semenný materiál sóji luštinaté získaný z polního maloparcelového pokusu, který byl veden v roce 2021 na stanovišti Lhenice (cca 550 m n. m.). Pro níže uvedené analýzy bílkovinného komplexu byla vybrána semena odrůd Merlin, Royka, Ambella a Adessa, jejichž charakteristika je uvedena v kapitole: 4.2 Charakteristika odrůd. Sklizená semena byla přečištěna, stanoven výnos a hmotnost tisíce semen. Následně byl odebrán reprezentativní vzorek dané odrůdy a byla provedena dezintegrace semen pomocí laboratorního nožového mlýnu Grindomix GM200 (Retsch). Takto získaná mouka sójových semen následně sloužila jako výchozí materiál pro následné laboratorní analýzy.



Obrázek 2: Nožový mlýn Gridomix GM200 (Retsch). (Kotašková, 2022)

4.2 Charakteristika odrůd

- **MERLIN**

Popis: Bílé květy, barva pupku tmavá, rostlina středního vzrůstu.

Hospodářské využití: Merlin se řadí mezi velmi rané sóji. HTS je nízká až střední, jeho odolnost vůči poléhání je velmi vysoká. Ve vlhčích ročníchích snadno dozrává, patří mezi dlouhodobě zavedené odrůdy se stabilními a vysokými výnosy. Lze použít na pozdní setí (Saatbau.com, 2023).

- **ROYKA**

Popis: Fialové květy, světlá barva semen, barva pupku světle hnědá, rostlina nízkého vzrůstu.

Hospodářské využití: Royka se řadí mezi velmi rané odrůdy. Je odolná proti poléhání. Obsahuje vysoký obsah bílkovin, má vynikající výnos a dobrý zdravotní stav. Pochází z českého šlechtění. Vhodná do všech oblastí, ale potřebuje dostatek vláhy (Progain-zia, 2018).

- **AMBELLA**

Popis: Fialové květy, barva pupku světle hnědá, rostlina nízkého vzrůstu, stonek je žlutohnědě ochmýřen.

Hospodářské využití: Ambella patří mezi velmi rané odrůdy. HTS středně vysoká. Obsahuje vysoký až nízký obsah N-látek. Lze ji pěstovat i v chladnějším oblastech, vysoká odolnost vůči poléhání, patří také mezi zdravé odrůdy s dobrou odolností proti praskání lusků (Saatbau.com, 2023; ÚKZÚZ, 2023a).

- **ADESSA**

Popis: Světle fialové květy, barva pupku světlá, rostlina středně vysoká

Hospodářské využití: Adessa se řadí mezi velmi rané odrůdy, mají rychlý počáteční vývoj, velmi dobře odolává praskání lusků. HTS střední až vysoká, vhodná k pozdnímu setí a má vysoké výnosy (Saatbau.com, 2023).



Obrázek 3: Semenný materiál odrůdy Merlin (Kotašková, 2022).



Obrázek 4: Semenný materiál odrůdy Royka (Kotašková, 2022).



Obrázek 5: Semenný materiál odrůdy Ambella (Kotašková, 2022).



Obrázek 6: Semenný materiál odrůdy Adessa (Kotašková, 2022).

4.3 Příprava extraktu a SDS-PAGE analýza

Extrakce bílkovin semen sóji byla provedena pomocí extrakčního pufru: 0,0625 M TrisHCl pH 6,8 nebo 8,8; 10% SDS; 5% 2-merkptoethanolu. Extrakce probíhala po dobu 4 hodin při 4°C. Po odstředění vzorku (4°C, 10 min., 9 000 g) byl odebrán supernatant obsahující extrahované bílkoviny. Vlastní analýza extrahovaných bílkovin probíhala v elektroforetickém systému diskontinuálního typu (Hoeffer, USA) v denaturačních podmínkách. Elektroforetický separační systém zahrnoval separační (10 nebo 11%, pH 8,8) a zaostřovací gel (3,75%, pH 6,8) (Laemmli, 1970). Rozpis chemikálií pro přípravu uvedených gelových systémů je uveden v Tabulce 5. Separace proběhla v podmínkách konstantního napětí 120 V po dobu 4 hodin. Každý vzorek byl separován ve třech opakováních a zároveň ve dvou systémech s odlišnou hustotou separačního gelu, a to 10 nebo 11%.

Po ukončení elektroforetické analýzy byly gely barveny (12 hod.) v roztoku Coomassie Brilliant Blue G-250, následně bylo odbarveno pozadí gelů, gely byly fixovány pomocí fixačního roztoku a sušeny mezi listy celofánu.

Tab. 5: Zastoupen komponent v gelu pro SDS – PAGE analýzu bílkovin (Čurn; Dolanská et al., 2003).

Komponenta	Jednotka	SDS – PAGE		
		Separací gel	Separací gel	Zaostřovací gel
		10%	11%	3,75%
dH ₂ O	ml	42	39,34	12,15
AC/BIS	ml	26,6	29,26	2,5
PUFR A	ml	10	10	-
PUFR B	ml	-	-	5
SDS	μl	800	800	200
Siřičitan sodný	μl	60	60	20
Persíran amonný	μl	400	400	150
TEMED	μl	40	40	20

4.4 Stanovení obsahu tuku v semenech analyzovaných odrůd sóji

Obsah tuku s mouce připravené ze semen sóji byl stanoven metodou dle Soxhleta s využitím automatického extraktoru ANKOM XT10 a s využitím petroletheru jako rozpouštědla. Analýza byla provedena měřením změnou hmotnosti následkem extrakce tuku ze vzorku.

Vzorek sójové mouky (1 g) byl navážen do předem zvážených filtračních sáčků XT4 a obsah byl zataven pulsní svářečkou. Připravené vzorky byly vysušeny do konstantní váhy (103°C, 3 hod.), po vychladnutí opět zváženy a vloženy do extraktoru ANKOM XT10. Extrakce tuku probíhala pod dobu 1 hodiny při 90°C s následným opětovným vysušením (103°C, 1 hod.). Zaznamenané změny hmotnosti byly následně vyjádřeny jako % obsahu tuku v sušině. Analýza byla prováděna ve třech opakování.

4.5 Stanovení obsahu N látek

Stanovení obsahu N látek bylo realizováno s využitím modifikované Dumasovy metody pomocí automatického analyzátoru Rapid N Cube (Elementar, Germany).

Vzorek byl spálen v přítomnosti dusíku při teplotě 900°C a následně uvolněné oxid uhličitý, oxid dusíku a voda byly přístrojem transportovány přes sorpční kolony, které pohlcují vodu a oxid uhličitý. Oxidy dusíku jsou katalyticky redukovány na dusík, který je detekován tepelně-vodivostním detektorem. Přepočtový koeficient 6,25 byl použit pro výpočet zastoupení dusíkatých látek ve vzorku na základě stanoveného obsahu dusíku. Pro vlastní analýzu obsahu dusíku bylo naváženo 25 mg vzorku a následně zabaleno do vytvořených cínových kapslí. Před vlastní analýzou je nutné stanovit tzv. denní faktor, kdy je jako standard využita kyselina asparagová. Kyselina asparagová byla použita i jako standard – navážka 25 mg, 5 opakování. Analýza vzorků byla realizována ve třech opakováních.

5 VÝSLEDKY

5.1 Obsah tuku a dusíkatých látek v semenech testovaných odrůd

Odrůdová variabilita obsahu tuku a variabilita obsahu dusíkatých látek se výrazně neliší. Hodnoty obsahu tuku se pohybovaly v rozsahu od 15,50 % (Royka) do 17,37 % (Merlin). V tabulce 6 uvedená odrůda Merlin se vyznačuje ze všech použitých odrůd největším množstvím tuku a to až 17,37 %. Nejmenší množství tuku obsahuje Royka, za to odrůdy Ambella a Adessa se svým obsahem od sebe příliš neliší.

Obsah dusíkatých látek se pohyboval v rozsahu od 33,39 % (Merlin) do 37,91 % (Adessa). Odrůda Merlin se sice vyznačuje nejvyšším množstvím tuku, ale obsah dusíkatých látek byl nižší v porovnání s dalšími odrůdami. Mezi odrůdami Royka, Ambella, Adessa nejsou výrazné odlišnosti v obsahu N látek.

Tab. 6: Obsah tuku a dusíkatých látek (%) v semenech testovaných odrůd

Odrůda	Obsah tuku (%)	Obsah N látek (%)
Merlin	17,37 ± 0,46	33,99 ± 1,49
Royka	15,50 ± 0,35	37,81 ± 0,41
Ambella	16,09 ± 0,48	37,14 ± 1,02
Adessa	15,65 ± 0,32	37,91 ± 0,68

Pozn.: data uvedena v sušině vzorku

5.2 SDS-PAGE analýza bílkovin testovaných odrůd a optimalizace separačního procesu

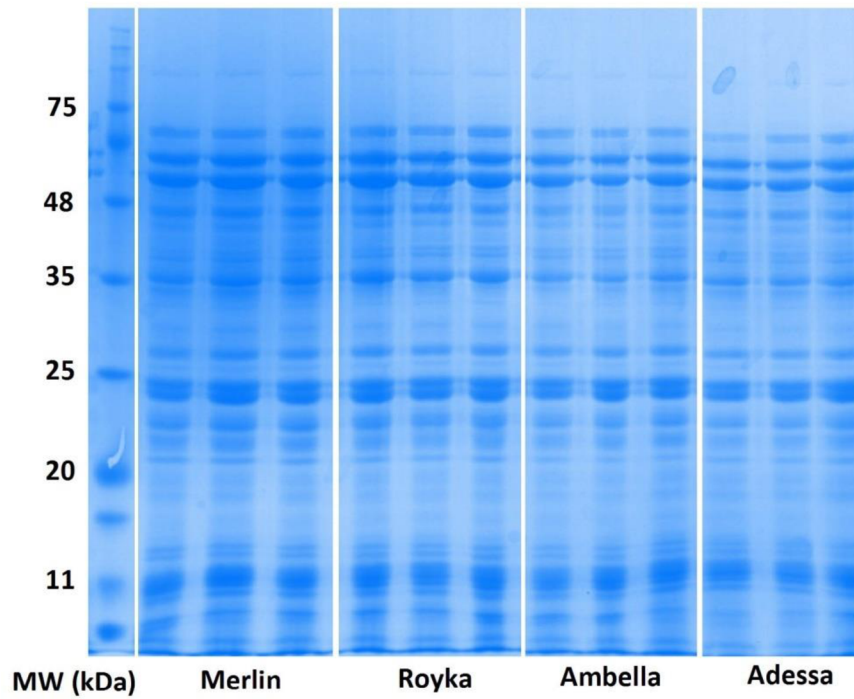
Na obrázcích 7-10 jsou prezentována SDS-PAGE spektra bílkovin sójových semen v rámci sortimentu analyzovaných odrůd a nastavených podmínek separace bílkovin. Vzhledem k předpokládanému vysokému zastoupení bílkovin v semenech sóji byly všechny odrůdové vzorky extraktů ředěny v poměru 1:1 a nanáška byla zvolena v nízkém objemu, a to 10 μ l. Vzhledem k převaze bazických bílkovin v semenech sóji byl zvolen dvojitý systém extrakce bílkovin - standardní extrakční protokol dle práce Laemmli (1970), kdy dochází k extrakci při pH 6,8 a inovování, kdy byla realizována extrakce v bazické oblasti pH, a to při pH 8,8.

Optimalizace separačního procesu se dále zabývala i koncentrací gelu, kdy byla vybrána možnost separace sójových bílkovin při hustotě gelu 10 a 11%.

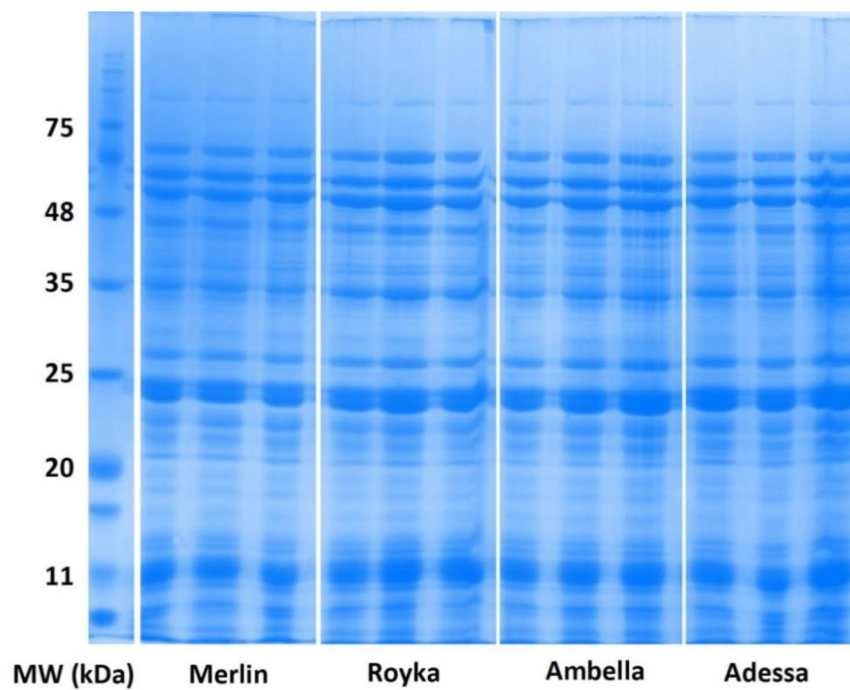
V případě všech zvolených variant separačního procesu byly detekovány hlavní komponenty sójových bílkovin, jak je viditelné na uvedených obrázcích. Z komponent sójových bílkovin je výrazně viditelná zejména oblast detekce β -conglycininu v oblasti výskytu podjednotek cca 47 –73 kDa a dále byla detekována oblast výskytu hlavní zásobní bílkoviny semen sóji, glycininu, a to v oblasti cca 25 – 40 kDa. Z hlediska zastoupení těchto hlavních komponent sójových bílkovin nebyly zjištěny významnější meziodrůdové rozdíly.

Významné rozdíly byly detekovány v případě odlišných separačních podmínek, a to zejména při změně koncentrace gelů. Obrázek 7 prezentuje separaci bílkovin semen sóji na 10% gelech při extrakci pH 6,8. V tomto případě bylo detekováno 17 viditelných proteinových pruhů, a to u všech analyzovaných odrůd. Obrázek 8 je výsledkem separace bílkovin při stejné koncentraci gelu (10 %), ale odlišném extrakčním schématu (pH 8,8). Ze všech odrůd bylo v tomto případě detekováno 22 proteinových pruhů s prokazatelnou viditelností na gelu. Extrakce při vyšším pH tedy přináší vyšší extrahovatelnost sójových bílkovin a zároveň jejich ostřejší obraz, což napomáhá detekci a analýze získaných bílkovinných spekter.

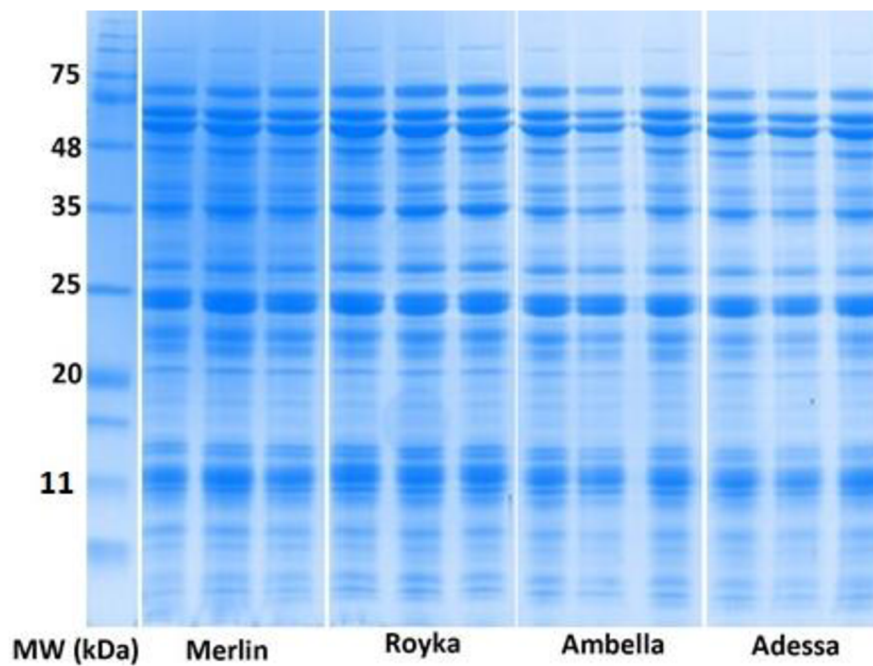
Obrázky 9 a 10 prezentují optimalizační postup detekce bílkovin s využitím gelů o vyšší koncentraci (11 %). I zde byl využit extrakční systém o různé hodnotě pH. Z obrazu uvedeného separačního procesu je zcela evidentní, že separace sójových bílkovin na gelech o vyšší koncentraci přináší vyšší ostrost detekovaných bílkovinných pruhů. Extrakční systém při pH 6,8 poskytl u všech odrůd 24 bílkovinných pruhů s jistou viditelností, při extrakci v prostředí pH 8,8 bylo detekováno u analyzovaných odrůd 28 bílkovinných pruhů. Rozdíly v počtu detekovaných pruhů byly při porovnání s 10% gelem zaznamenány zejména v oblasti výskytu glycininu a bílkovin s menší molekulovou hmotností. Při použití 11% gelu byla výraznost, ostrost a tedy i lepší viditelnost detekovaných pruhů zaznamenán jak v oblasti výskytu glycininu, tak i v oblasti výskytu β -conglycininu.



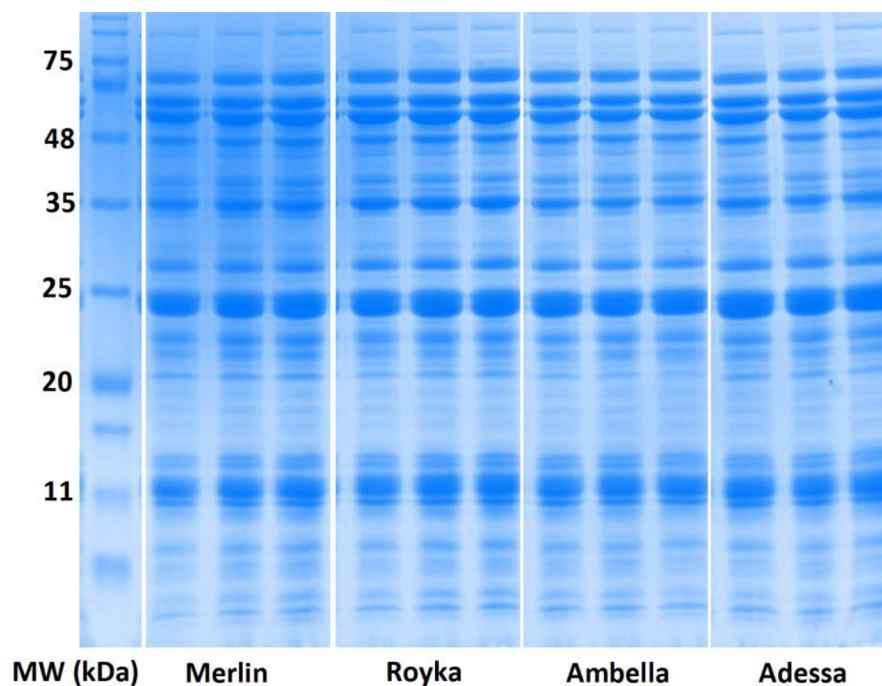
Obrázek 7: Odrůdová variabilita SDS-PAGE profilů bílkovin semen sóji (10% separační gel, extrakce bílkovin pH 6,8 a nanáška vzorku 10 μ l)



Obrázek 8: Odrůdová variabilita SDS-PAGE profilů bílkovin semen sóji (10% separační gel, extrakce bílkovin pH 8,8 a nanáška vzorku 10 μ l)



Obrázek 9: Odrůdová variabilita SDS-PAGE profilů bílkovin semen sóji (11% separační gel, extrakce bílkovin pH 6,8 a nanáška vzorku 10 μ l)



Obrázek 10: Odrůdová variabilita SDS-PAGE profilů bílkovin semen sóji (11% separační gel, extrakce bílkovin pH 8,8 a nanáška vzorku 10 μ l)

6 DISKUZE

Cílem praktické části bakalářské práce bylo zhodnotit variabilitu u vybraných odrůd sóji - Merlin, Royka, Ambella, Adessa a to z hlediska obsahu tuku a dusíkatých látek a SDS-PAGE. Tyto odrůdy řadíme mezi velmi rané. Byl použit jejich semenný materiál z polního pokusu z roku 2021 na stanovišti Lhenice.

Obsah tuku u vybraných odrůd se stanovil metodou dle Soxhleta. Tuky sóji obsahují polynenasycené mastné kyseliny, zejména n – 3 mastné kyseliny linoleové (Prugar et al., 2008). Ze sledovaných odrůd byl nejvyšší obsah tuku stanoven v odrůdě Merlin (17,37 %), dále následovala odrůda Ambella, kde bylo dosaženo obsahu tuku 16,09 %, odrůda Adessa s obsahem tuku 15,65 % a za ní skončila odrůda Royka s obsahem tuku 15,50 %. Dle Houby et al. (2009) je průměrný obsah tuku vyskytující se v sóje luštinaté kolem 17,05 %.

Sójové bílkoviny obsahují albuminy, globuliny, prolaminy a gluteliny (Bárta et al., 2021). Nejvyšší obsah dusíkatých látek byl nalezen v odrůdě Adessa (37,91 %), dále následovala odrůda Royka (37,81 %), jako třetí v pořadí se umístila odrůda Ambella (37,14 %), nejnižší obsah dusíkatých látek byl stanoven v odrůdě Merlin (33,99 %). Sója luštinatá obvykle obsahuje 35 – 40 % bílkovin (Dostálová, 2017). Toto může potvrdit i Liu (1997), který uvádí obsah bílkovin kolem 40 %.

V Seznamu doporučených odrůd ÚKZÚZ (2019 – 2022) je uvedeno, že odrůda Ambella obsahuje 22,2 % tuku a 37,5% N látek, přičemž v mé práci bylo zjištěno u odrůdy Ambella obsah tuku 16,09 % a 37,14 % N látek. Dle firmy Elita.cz (2023) je u odrůdy Ambella uveden obsah tuku 20,1 % a 38,4 % N látek. U odrůdy Adessa 21,3 % tuku, 41,8 % N látek a odrůda Merlin obsahuje 21,2 % tuku a 37,6 % N látek. V mé bakalářské práci se výsledné hodnoty u odrůdy Adessa liší od firmy Elita.cz (2023) u obsahu tuku o 5 % a obsah N látek o 4 %, odrůda Merlin o 4 % obsahu tuku a o 4 % obsahu dusíkatých látek. Výsledná hodnota Royky vyšla u obsahu tuku 15,50 % a obsah N látek 37,81 %. Mezlík a Měřínská (2016) uvádějí u odrůdy Royka obsah tuku 22,23 % a obsah N látek 38,35 %.

Dle Prugara et al. (2008) se analýza SDS – PAGE využívá k vizualizaci proteinových komponent, stanovení jejich molekulové hmotnosti a k zjištění jejich přítomnosti. V experimentálním pokusu mé práce je výrazně zřetelná zejména oblast detekce β -conglycininu v oblasti výskytu podjednotek cca 47 –73 kDa. V oblasti 25 – 40 kDa byla detekována hlavní zásobní bílkovina semen sóji, glycin. Sledování na

podobné bázi, neboť provedení SDS - PAGE realizoval i Barac et al. (2011). Stanovení molekulové hmotnosti detekovaných bílkovinných komponent ve spektru bílkovin se pohyboval u β -conglycininu v rozmezí 47 – 80 kDa, glycin byl detekován v oblasti 23 – 40 kDa.

Díky zastoupení sójových bílkovinných komponent nebyly zjištěny výrazné mezi odrůdové rozdíly. Variabilita obsahu tuku a N látek je dána místním klimatem, půdními podmínkami, hnojením, výskytem chorob a škůdců, ale i danou odrůdou, jež potvrzuje i autor Liener (1981).

7 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární rešerši týkající se produkčních, obsahových a kvalitativních parametrů semen sóji luštinaté. Pozornost byla věnována morfologické charakteristice rostliny a historii její domestikace a pěstování z pohledu světa i ČR. Dále se práce věnovala pěstitelské technologii, nárokům rostliny na prostředí, obsahovým charakteristikám semen a v neposlední řadě též šlechtění a výběru odrůd.

V praktické části bakalářské práce byla řešena odrůdová variabilita obsahu tuku a dusíkatých látek ve vybraných odrůdách a dále byla s využitím SDS-PAGE analýzy sledována odrůdová variabilita zásobních bílkovin. Pro tyto účely byly vybrány odrůdy Merlin, Royka, Ambella, Adessa. Nejvyšší obsah tuku byl zjištěn u odrůdy Merlin (17,37 %). Naopak nejmenší množství tuku obsahovala odrůda Royka (15,50 %). Nejvyšší obsah dusíkatých látek obsahovala odrůda Adessa (37,91 %), nejmenší množství dusíkatých látek bylo stanoveno u odrůdy Merlin (33,99 %). Optimalizovaným extrakčním a separačním procesem byly získány SDS-PAGE profily. Mezi SDS-PAGE profily bílkovin byly zjištěny minimální meziodrůdové rozdíly; u všech odrůd byly detekovány bílkovinné komponenty v oblasti výskytu β -conglycininu (47 – 73 kDa) a glycininu (25 – 40 kDa).

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Agarwal, D. K., Billore, S. D., Sharma, A. N., Dupare, B. U., Srivastava, S. K. (2013). Soybean: Introduction, Improvement, and Utilization in India-Problems and Prospects. *Agricultural Research*, 2(4): 293-300. ISSN 2249-7218.

Agomoh, I. V., Drury, C. F., Yang, X., Phillips, L. A., Reynolds, W. D. (2021). Crop rotation enhances soybean yields and soil health indicators. *Soil Science Society of America Journal*, 85(4): 1185 – 1195.

Akmalovna, A. Ch., (2022). BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOYBEAN. In: *E Conference Zone*, Upper East Side, New York, pp. 90 – 94.

Akula. R., Ravishankar, G. A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant signaling & behavior*, 6(11): 1720-1731.

Anthony, P., Malzer, G., Sparrow, S., Zhang, M. (2012). Soybean yield and quality in relation to soil properties. *Agronomy Journal*, 104 (5): 1443–1458.

Arslan, H., Karakuş, M., Hatipoğlu, H., Arslan, D., Bayraktar, Ö. V. (2018). Assessment of performances of yield and factors affecting the yield in some soybean varieties/lines grown under semi-arid climate conditions. *Applied Ecology and Environmental Research* 16 (4): 4289–4298.

Barac, M. B., Pešić, M., Žilić, S., Srebric, M. B., Mladenović-Drinić, S. (2011). Identification of soluble protein fractions and their subunits in soybeans with black and yellow kernel coat. In: *46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture*. Opatija, Croatia, 681 – 685.

Baranyk, P. et al., (2010). *Olejniny*. Vyd. 1. Praha: Profi Press, 206 p. ISBN 978-80-86726-38-0.

Bárta, J., Bártová, V., Jarošová, M., Švajner, J. (2021). Bílkoviny výlisků olejnin, jejich izolace a možnosti uplatnění. *Chemické listy*, 115(9), 472 - 480.

Berschneider, J. (2016). *Chances and limitations of European soybean production : market potential analysis*. Diplomová práce, Universität Hohenheim, Institut für Agrarpolitik und Landwirtschaftliche Marktlehre.

Bullock, D. G. (1992). Crop rotation. In: *Critical Reviews in Plant Sciences*. Taylor & Francis, 11(4), 309 – 326. ISSN 0735-2689.

Burton, J. W. (1997). Soyabean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Field Crops Research*. 53(1): 171-186. ISSN 0378-4290.

Čurn, V., Dolanská, L. a kolektiv doktorandů BC. (2003) Soubor metodik a laboratorních protokolů používaných v laboratoři Aplikované molekulové biologie, Biotechnologického centra ZF JU. České Budějovice. Metodika č. 01.

Dostálová, J. (1990). *Význam sóje v lidské výživě: studie VTR*. Vědeckotechnický rozvoj v zemědělství, Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství.

Dostálová, J. (2009). Sója a výrobky ze sóji. In: Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M. (Eds.). *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. 1. vydání. Ostrava: Key Publishing, Monografie, pp. 509 – 513. ISBN 978-80-7418-051-4.

Dostálová, R. (2017). Sója a výrobky ze sóji. *Jak poznáme kvalitu?*, 23(1): 1-21. 1. vydání, © Sdružení českých spotřebitelů, z. Ú. a Potravinářská komora ČR. Publikace české technologické platformy pro potraviny.

Elita.cz (2023). Sója luštinatá- sortiment dle firem. [online] [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <http://www.elita.cz/soja-lustinata-30>

Ergashovich, K. A., Akmalovna, A. Ch. (2022). Soybean Cultivation Technology and Basics of Land Preparation for Planting. *Eurasian Journal of Research, Development and Innovation*, 7(-): 8 – 13.

-
- Feng, L., Wang, H., Xiaowei, M., Peng, H., Shan, J. (2021). Modeling the current land suitability and future dynamics of global soybean cultivation under climate change scenarios. *Field Crops Research*. 263, 108069. ISSN 0378-4290
- Fukushima, D. (2011). Soy proteins. In: Phillips, G. O., Williams, P. A. (Eds.), *Handbook of Food Proteins*, První vydání, Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 210-233. ISBN 978-0-85-709363-9.
- Hennecke, H. (1990). Nitrogen fixation genes involved in the Bradyrhizobium japonicum-soybean symbiosis. *FEBS Letter*, 268(2): 422 – 426.
- Holec, J. (2005). Šíření a škodlivost asijské rzi sóji (*PHAKOPSORA PACHYRHIZI*). In: Konference Perspektivity sóji v ČR. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Agronomická fakulta, Katedra agroekologie a biometeorologie, pp. 29 – 31.
- Hosnedl, V., Vašák, J., Mečiar, L. (1998). *Rostlinná výroba II: (luskoviny, olejnin)*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-0153-8.
- Houba, M., Dostálová, R. (2018). *Luskoviny: charakteristika, pěstování, využití*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-85-4.
- Houba, M., Hochman, M., Hosnedl, V. (2009). *Luskoviny: pěstování a užití*. České Budějovice: Kurent. ISBN 978-80-87111-19-2.
- Houba, M., Hýbl, M., Bubeník, J., Ponižil, A., Ondřej, M., Holeček, J. (2011). *Metodika pěstování sóji luštinaté: certifikovaná metodika*. Agritec, Asociace pěstitelů a zpracovatelů luskovin, Šumperk, 20 p. ISBN 978-80-87360-03-3.
- Jaffe, G. (1981). Phytic acid in soybeans. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58(3), 493-495. ISSN 1558-9331.
- Jarecki, W., Bobrecka-Jamro, D., Buczek, J. (2018). Response of soya bean to different nitrogen fertilization levels. *Journal of Elementology*, 23(2): 559 – 568. ISSN 1644-2296.

Kalma.cz (2023). *Historie sóji*. [online] [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <https://kalma.cz/historie-soji/>

Karges, K., Bellingrath-Kimura, S. D., Watson, Ch. A., Stoddard, F. L., Halwani, M., Reckling, M. (2022). Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. *European Journal of Agronomy*. 133, 126415. ISSN 1161-0301.

Křen, J., Neudert, L., Procházková, B., Smutný, V., Hůla, J. (2015). *Obecná produkce rostlinná*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-327-1.

Księżak, J. and Bojarszczuk, J. (2014). Ocena variranja sadržaja antinutritivnih i hranljivih materija u semenu leguminoza. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 30(1), pp. 153-166.

Kumudini, S. (2010). Soybean growth and development. In: *The soybean: botany, production and uses*. Guriqbal Singh. University of Kentucky 1405 Veterans Drive, Lexington, pp. 48-73. ISBN: 978-1-84593-645-7.

Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature*, 227: 680 – 685.

Lahoda, J., Grohmann, L., Hofírek, P., Hochman, M., Horák, A., Chalupa, A., Chalupová, L., Kolář, I., Kolařík, J., Ondřej, M., Pavelková, A., Rubeš, L., Stryk, J., Střída, J., Šmirous, P. (1990). *Luskoviny: pěstování a využití*. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství), Praha: SZN. ISBN 80-209-0127-2.

Liener, I. E. (1981). Factors affecting the nutritional quality of soya products. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 58: 406 – 415.

Lindström, K., Mousavi, S. A. (2019). Effectiveness of nitrogen fixation in rhizobia. *Microbial Biotechnology* 13(5): 1314 – 1335.

Liu, K. (1997). *Chemistry and Nutritional Value of Soybean Components*. In: Boston, MA: Springer US. s. 25-113. ISBN 978-1-4615-1763-4.

Mezlik, T. (2017). Registrace nových odrůd a její historie. [online] ÚKZÚZ [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/540084/Registrace_novych_odrud_a_jeji_historie__Ing._Tomas_Mezlik__UKZUZ.pdf

Mezlik, T., Měřínská, S. (2016). Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2015. In: Sortiment odrůd v řízení o registraci a registrovaných. ÚKZÚZ, Brno, pp. 1 – 33.

Min, Ch. W., Kim, Y. J., Gupta, R., Kim, S. W., Han, W. Y., Ko, J. M., Kang, H. W., Yoon, W. B., Choung, M. G., Kim, Y. Ch., Kim, S. T. (2016). High-throughput proteome analysis reveals changes of primary metabolism and energy production under artificial aging treatment in *Glycine max* seeds. *Applied Biological Chemistry*, 59(6): 841-853. ISSN 2468-0842.

Möllerová, J. (2006). Symbiotická fixace dusíku Bakterie *Rhizobium* s. l. a *Frankia* [online] [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/symbioticka-fixace-dusiku-bakterie-rhizobium-s-l-a.pdf>

Murphy, A., P. (2008). Soybean Proteins. In: Johnson, L. A., White, P. J., Galloway, R. (Eds.). *Soybeans - Chemistry, Production Processing, and Utilization*, Druhé vydání, Urbana: AOCS Press, pp. 229-267. ISBN 978-1-61583-195-1.

Nishinari, K., Fang, Y., Guo, S., Phillips, G. O. (2014). Properties and applications of soy proteins. *Food hydrocolloids*, 39: 301 – 318.

Onat, B., Bakal, H., Gulluoglu, L., Arioglu, H. (2017). The effects of high temperature at the growing period on yield and yield components of soybean [*Glycine mac* (L.) Merr] varieties. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(2): 178 – 186.

Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J., Kohout, P. (2002). *Základy výživy*. Praha: Svoboda Servis. ISBN 80-86320-23-5.

Perkins, E. G. (1995). Chapter 2 - Composition of Soybeans and Soybean Products. *Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization*, pp. 9-28. ISBN 978-0-935315-63-9.

Pokora, J. (2013). *Sója, královna luštěnin*. [online] Státní zemědělská a potravinářská inspekce [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/soja-kralovna-lustenin.aspx>

Progain-zia.com (2018). *Osivo sóji*. [online] [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://www.prograin-zia.com/osivosoji.html>

Procházková, V., Poláková, V. (2013). Hlavní pěstitelská úskalí při pěstování sóje luštinaté. *Zprávy APZL*. 2: 1 – 6.

Prugar, J., Baranyk, P., Bárta, J., Blejková, M., Bradová, J., Burešová, I., Capouchová, I., Cuhra, P., Čepička, J., Čepl, J., Diviš, J., Dostálová, J., Doucha, J., Dušek, K., Ehrenbergová, J., Faměra, O., Hajšlová, J., Hamouz, K., Hanišová, A., Horáková, V., Horčička, J., Hrubý, J., Hrušková, M., Hřivna, L., Jůzl, M., Kalač, P., Kalinová, J., Kocourková, B., Kolovrat, O., Kopec, K., Koprna, R., Kořen, J., Němcová, A., Novotný, F., Pelikán, M., Perlín, C., Petr, J., Polišenská, I., Psota, V., Pulkrábek, J., Schulzová, V., Smotlacha, M., Sýkorová, S., Šetlík, I., Škopek, B., Štěrba, Z., Štolcová, M., Švachula, V., Vacek, J., Vaculová, K., Zahradníček, J., Zukalová, H. (2008). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČZV. ISBN 978-80-86576-28-2.

Querci, M., Bulcke, M. V., Žel, J., Eede, G. V., Broll, H. (2010). New approaches in GMO detection. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 396, 1991–2002. ISSN 1618-2650.

Saatbau.com (2023). *Adessa*. [online] [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://www.saatbau.com/saatgut/sojabohnen/0000-sorten/adessa/>

Saatbau.com (2023). *Merlin*. [online] [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://www.saatbau.com/cz/saatgut/soja-2/skupina-ranosti-000/merlin/>

Saatbau.com (2023). *Ambella*. [online] [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://www.saatbau.com/cz/saatgut/soja-2/skupina-ranosti-0000/ambella/>

Seul-Ki, K., Seo-Ri, K., Min-Seok, Ch., Chang-Eon, P., Young-Cheol, K., Kil-Yong, K., Kyung-Sook, W., Kyung-Taek, O., In-Seon, K. (2007). Soybean Oil-degrading Bacterial Cultures as a Potential for Control of Green Peach Aphids (*Myzus persicae*). *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17(10): 1700 – 1703. eISSN 1738-8872.

Shrestha, P., Pandey, M. P., Dhakal, K. H., Ghimire, S. K., Thapa S. B., Kandel, B. P. (2023). Morphological characterization and evaluation of soybean genotypes under rainfed ecosystem of Nepal. *Journal of Agriculture and Food Research*. 11, 100526. ISSN 2666-1543.

Středa, T., Bláha, L., Haberle, J., Heřmanská, A., Hnilička, F., Klimešová, J., Kurešová, G., Masarovičová, E., Procházková, P., Raimanová, I., Spáčilová, B., Středová, H., Svoboda, P., Šerá, B., Škarpa, P., Školníková, M., Trněný, O., Vlk, D. (2018). *Kořenový systém rostlin pro 21. století*. Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7509-645-6.

Šnobl, J., Pulkrábek, J. (2005). *Základy rostlinné produkce*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-1340-4.

Štranc, D., Štranc, J., Štranc P. (2002). Pěstování sóji v Česku: historie a možnosti. [online] Profi Press [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://uroda.cz/pestovani-soji-v-cesku-historie-a-moznosti/>

Štranc, P., Štranc, D., Procházka, P. (2022). *Výhled produkce olejnin a zejména sóji v roce 2022*. [online] Agromanuál.cz [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/management-a-legislativa/management/vyhled-produkce-olejnin-a-zejmena-soji-v-roce-2022>

Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D. (2012). Sója je významná plodina a komodita. In: *Konference agrobiologie*. Česká zemědělská společnost na ČZU, Praha, katedra rostlinné výroby, pp. 1 – 5. ISBN 978-80-87111-32-1.

ÚKZÚZ, (2013). Seznam povolených GMO. [online] [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/krmiva/legislativa/seznamy-rejstriky-a-limity/seznam-povolenych-gmo.html>

ÚKZÚZ, (2023a). *Seznam doporučených odrůd 2023 SÓJA*. [online] [cit.2023-3-14]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/715466/Listovka_soja_23_final.pdf

ÚKZÚZ, (2023b). *Choroby- plíseň sóje*. [online] [cit. 2023- 04-06]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|so|choroby|detail:2eb5788ffd084b2d28065f0ae346d258

ÚKZÚZ, (2023c). *Škůdci- Sója luštinatá*. [online] [cit. 2023- 04-06]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|so|skudci

Vargová, D. (2009). *Stanovení GMO v potravinách pomocí metody PCR: sója a sójové výrobky*. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, Brno.

Vytiska, F. (2023). Seznam doporučených odrůd sóje, 2023. [online] Agromanuál. cz [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/seznam-doporucenych-odrud-soje-2023>

Widyasari, K., Alazem, M., Kim, K. (2020). Soybean Resistance to Soybean Mosaic Virus. *2019 Feature Papers by Plants' Editorial Board Members*, 9(2), 219.

Yang, H. J., Park, S., Pak, V., Chunk K. R., Kwon, D. Y. (2011). Fermented Soybean Products and Their Bioactive Compounds. In: *Soybean and Health*. Rijeka: IntechOpen, Chapter 2, pp 21 – 58. ISBN 978-953-51-5171-5.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Proteinové frakce sójových bobů (Barac et al., 2011).	25
Obrázek 2: Nožový mlýn Gridomix GM200 (Retsch). (Kotašková, 2022).....	29
Obrázek 3: Semenný materiál odrůdy Merlin (Kotašková, 2022).....	31
Obrázek 4: Semenný materiál odrůdy Royka (Kotašková, 2022).	31
Obrázek 5: Semenný materiál odrůdy Ambella (Kotašková, 2022).....	32
Obrázek 6: Semenný materiál odrůdy Adessa (Kotašková, 2022).	32
Obrázek 7: Odrůdová variabilita SDS-PAGE profilů bílkovin semen sóji (10% separační gel, extrakce bílkovin pH 6,8 a nanáška vzorku 10 µl).....	37
Obrázek 8: Odrůdová variabilita SDS-PAGE profilů bílkovin semen sóji (10% separační gel, extrakce bílkovin pH 8,8 a nanáška vzorku 10 µl).....	37
Obrázek 9: Odrůdová variabilita SDS-PAGE profilů bílkovin semen sóji (11% separační gel, extrakce bílkovin pH 6,8 a nanáška vzorku 10 µl).....	38
Obrázek 10: Odrůdová variabilita SDS-PAGE profilů bílkovin semen sóji (11% separační gel, extrakce bílkovin pH 8,8 a nanáška vzorku 10 µl).....	38

10 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Vývoj světové sklizňové plochy sóji (Štranc et al., 2022).....	11
Graf 2: Vývoj osevních ploch sóji v ČR (Štranc et al., 2022).....	12

11 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Seznam doporučených odrůd sóje pro rok 2023 (Vytiska, 2023; ÚKZÚZ, 2023a).....	21
Tab. 2: Průměrné složení zralých sójových bobů (Prugar et al., 2008).....	23
Tab. 3: Průměrný obsah živin v semenech hlavních druhů luštěnin včetně sóji (Houba et al., 2009)	23
Tab. 4 Antinutriční látky v semenech luskovin (Hosnedl et al., 1998)	27
Tab. 5: Zastoupení komponent v gelu pro SDS – PAGE analýzu bílkovin (Čurn; Dolanská et al., 2003).	33
Tab. 6: Obsah tuku a dusíkatých látek (%) v semenech testovaných odrůd	35