

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv půdně klimatických podmínek
na kvalitativní parametry produkce sóji**

Diplomová práce

Bc. Jan Rejman

Rozvoj venkovského prostoru

Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Vliv půdně klimatických podmínek na kvalitativní parametry produkce sóji" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4. 2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, za odborné vedení, cenné rady, za vstřícný přístup, a hlavně za to, že mi byl nepřetržitě k dispozici. Zároveň děkuji Ing. Kateřině Pazderů, Ph.D. za pomoc při statistickém zpracování. Dále děkuji své rodině za obrovskou podporu v průběhu celých mých studií.

Vliv půdně klimatických podmínek na kvalitativní parametry produkce sóji

Souhrn

Tato diplomová práce se primárně zabývá vlivem půdně klimatických podmínek na kvalitativní parametry produkce sóji. Sója luštinatá je v současnosti významnou kulturní plodinou s celosvětovým významem, přičemž její pěstování se rozšířilo z asijských oblastí. Ne všechny světové oblasti se ale k jejímu pěstování hodí. Sója je vysoce ceněna pro svůj vysoký obsah živin.

Na pěti zvolených odrůdách sóji (Bettina, ES Comandor, ES Governor, Marquise a Mentor) pěstovaných ve dvou odlišných půdně klimatických podmínkách bylo analyzováno kvalitativní složení sklizených semen, primárně šlo o hmotnost tisíce semen (g), obsah oleje (%), obsah proteinů (%), obsah vlákniny (%) a o výnos semen (t/ha). Komparována byla suchá oblast Litoměřicka a oblast Nymburska, a to konkrétně lokality Sloveč a Straškov v průběhu tří pěstitelských období (2020, 2021 a 2022).

Obsah oleje, obsah proteinu a obsah vlákniny byl určen NIR spektrofotometrem (OmegAnalyzer G) a získaná data byla zpracována a vyhodnocena statistickým programem.

V rámci těchto pokusů byla také stanovena hmotnost tisíce semen (HTS). Pro zjištění tohoto parametru byl použit speciální čítač semen (C 21) a následně měřeno (2 x 500 semen), přičemž vážení jednotlivých dávek semen bylo prováděno s přesností na 2 desetinná místa. Průměrná hodnota hmotnosti určovala hmotnost tisíce semen (HTS).

Výsledky analýzy ukázaly, že půdně klimatické podmínky mají vliv na kvalitativní parametry produkce sóji. V lokalitě Sloveč se hmotnost tisíce semen pohybovala v rozmezí od 174,96 g do 198,75 g, zatímco v lokalitě Straškov se hodnoty pohybovaly v rozmezí od 155,47 g do 175,04 g. Obsah proteinů se v lokalitě Sloveč pohyboval od 34,27 % do 36,70 % a v lokalitě Straškov od 34,17 % do 35,83 %. Obsah vlákniny se pohyboval v lokalitě Sloveč od 4,73 % do 4,93 % a v lokalitě Straškov od 4,87 % do 5,03 %. Obsah oleje se v lokalitě Sloveč pohyboval od 17,43 % do 18,43 % a ve Straškově od 17,70 % do 18,77 %. Výnos semen se v lokalitě Sloveč pohyboval od 3,50 t/ha do 4,06 t/ha a ve Straškově od 2,32 t/ha do 2,54 t/ha.

Zároveň bylo prokázáno, že výběr konkrétní odrůdy sóji má vliv na kvalitativní parametry semen při stejných půdně klimatických podmínkách.

Klíčová slova: sója, obsah oleje, obsah proteinu, půdně klimatické podmínky

The influence of soil and climate conditions on the qualitative parameters of soybean production

Summary

This thesis primarily dealt with the influence of soil-climatic conditions on the qualitative parameters of soybean production. Soybean is currently an important crop with global significance, with its cultivation spreading from Asian regions. However, not all regions of the world are suitable for its cultivation. Soybean is highly valued for its high nutrient content.

The qualitative composition of harvested seeds was analyzed for five selected soybean varieties (Bettina, ES Comandor, ES Governor, Marquise, and Mentor) grown under two different soil-climatic conditions, primarily focusing on the weight of a thousand seeds (g), oil content (%), protein content (%), fiber content (%), and seed yield (t/ha). The dry region of Litoměřice and the Nymburk region, specifically the locations of Sloveč and Straškov, were compared during three growing seasons (2020, 2021, and 2022).

The oil content, protein content, and fiber content were determined by NIR spectrophotometer (OmegAnalyzer G), and the obtained data was processed and evaluated using a statistical program.

Within these experiments, the weight of a thousand seeds was also determined. A special seed counter (C 21) was used to determine this parameter, and subsequently measured (2 x 500 seeds), with the weighing of individual seed doses performed with an accuracy of 2 decimal places. The average weight determined the weight of a thousand seeds.

The analysis results showed that soil-climatic conditions have an influence on the qualitative parameters of soybean production. In the Sloveč location, the weight of a thousand seeds ranged from 174,96 g to 198,75 g, while in the Straškov location, the values ranged from 155,47 g to 175,04 g. The protein content in the Sloveč location ranged from 34,27 % to 36,70 %, and in the Straškov location from 34,17 % to 35,83 %. The fiber content ranged from 4,73 % to 4,93 % in the Sloveč location and from 4,87 % to 5,03 % in the Straškov location. The oil content in the Sloveč location ranged from 17,43 % to 18,43 %, and in Straškov from 17,70 % to 18,77 %. Seed yield ranged from 3,50 t/ha to 4,06 t/ha in the Sloveč location and from 2,32 t/ha to 2,54 t/ha in the Straškov location.

It was also demonstrated that the selection of a specific soybean variety has an influence on the qualitative parameters of seeds under the same soil-climatic conditions.

Keywords: soybean, oil content, protein content, soil and climate conditions

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Původ a význam sóji	11
3.2 Biologická charakteristika a vývoj rostliny	13
3.3 Agroekologické požadavky	18
3.3.1 Nároky na půdní živiny	18
3.3.2 Nároky na teplo a světlo	20
3.3.3 Nároky na vláhu	22
3.4 Agrotechnické nároky sóji	23
3.4.1 Zařazení sóji do osevního postupu	24
3.4.2 Založení porostu sóji	24
3.4.3 Regulace škůdců v porostu sóji	27
3.4.4 Sklizeň sóji	28
3.5 Složení sóji	29
3.5.1 Makroživiny	30
3.5.2 Mikroživiny	33
4 Metodika	38
4.1 Pokusné odrůdy	38
4.2 Polní pokus	39
4.2.1 Základní informace o lokalitě Straškov.....	39
4.2.2 Základní informace o lokalitě Sloveč.....	45
4.3 Laboratorní pokus	51
5 Výsledky	53
5.1 Zhodnocení sklizně	53
5.1.1 Hmotnost tisíce semen (HTS)	54
5.1.2 Obsah proteinů	55
5.1.3 Obsah vlákniny	56
5.1.4 Obsah oleje	57
5.1.5 Výnos semene.....	58
5.1.6 Porovnání lokalit	59
5.2 Zhodnocení odrůd sóji	60
5.2.1 Odrůda Bettina	61
5.2.2 Odrůda ES Comandor	62

5.2.3	Odrůda ES Governor	63
5.2.4	Odrůda Marquise	64
5.2.5	Odrůda Mentor.....	65
6	Diskuze	66
6.1	Vliv půdně klimatických podmínek ve světě.....	66
6.2	Vliv půdně klimatických podmínek v České republice.....	67
7	Závěr	71
8	Literatura.....	75

1 Úvod

Sója luštinatá (*Glycine max*) představuje v současné době kulturní plodinu s celosvětovým významem. Jedná se o dvouděložnou rostlinu, která patří mezi olejniny a luskoviny s vysokým obsahem bílkovin. Její význam spočívá nejenom v její konzumaci, ale i v jejím využití jako krmiva pro hospodářská zvířata, popřípadě jako suroviny pro zpracovatelský a potravinářský průmysl.

Jedná se o kulturní plodinu, která je lidmi pěstována již po tisíce let. Za kolébku jejího zemědělského využívání lze označit Čínu a obecněji celou jihovýchodní Asii. Právě v asijských oblastech je sója v současné době konzumována v největší míře. Pro západní civilizace neměla konzumace sóji žádnou tradici. Sója sem začala být více dovážena až po druhé světové válce, a to jako levná alternativa na bílkoviny, v té době nedostatkových potravin.

V současné době se záběr jejího pěstování masivně rozšířil i do jiných oblastí. Podstatné však je zmínit, že ne všechny světové oblasti jsou pro pěstování vhodné. Sója představuje luštěninu, která je poměrně náročná na klimatické podmínky a vyžaduje teplé podnebí, pro které jsou typické vyšší teploty a nižší množství dešťových srážek. Z toho důvodu je v současné době tato rostlina nejvíce pěstována ve Spojených státech amerických, jihoamerických státech (Argentině a Brazílii) a v asijských oblastech (Číně a Indii). V České republice panují pro sóju příliš chladné klimatické podmínky, a z toho důvodu se v našich zeměpisných šířkách sója příliš nepěstuje. Nicméně docházelo postupem let k jejímu šlechtění, jehož výsledkem jsou odrůdy, které snášejí středoevropské nebo kanadské klimatické podmínky.

Z nutričního hlediska se sója stává stále vyzdvihovanější potravinou, a to především proto, že je vysoce bohatá na bílkoviny, lipidy a další celou řadu pro lidský organismus cenných látek. Sója se stala v západním světě symbolem vegetariánské stravy a možností, jakou si mohou lidé nekonzumující maso nebo veškeré živočišné produkty nahradit nedostatečný příjem bílkovin.

Stále více proti nadměrné konzumaci sóji však vystupují někteří odborníci, kteří upozorňují na to, že vyšší konzumace sóji je kupříkladu zcela nevhodná pro děti, a to z toho důvodu, že se jedná o rostlinu, která je bohatá na anti-nutrienty, alergeny a fytoestrogeny. Zdravý vývoj dítěte může být stejně tak ohrožen i příliš vysokou hladinou fytátů neboli rostlinných látek, které jsou na sebe schopné vázat vápník a další podstatné mikroprvky. Tím lidskému tělu brání, aby tyto cenné prvky přijímalo z konzumované potravy a následně dále využívalo pro své účely.

Cílem diplomové práce nesoucí název „Vliv půdně klimatických podmínek na kvalitativní parametry produkce sóji“ bude jednak vypracovat kvalitní literární rešerši na téma sóji luštinaté, a jednak vyhodnotit vliv půdně klimatických podmínek na kvalitativní parametry produkce semen vybraných odrůd sóji.

Diplomová práce bude rozdělena do dvou částí, do části teoretické a praktické. V literárním přehledu bude nejprve popsán původ sóji luštinaté coby významné kulturní plodiny a definován bude její význam. Dále bude pozornost zaměřena na biologickou charakteristiku tohoto rostlinného druhu a na jeho vývoj. Dále budou v teoretické části sepsány základní ekologické požadavky sóji na své prostředí, ať se to týká klimatických nebo pedologických podmínek. Další kapitola se bude soustředit na pěstování sóji a s jakými konkrétními agrotechnologickými nároky musí pěstitel sóji předem počítat. Další část literárního přehledu pak bude klást pozornost na nutriční a chemické složení, a to jak sóji luštinaté coby kulturně pěstované luštěniny, tak i sójových bobů.

V praktické části diplomové práce bude na pěti vybraných odrůdách sóji pěstovaných ve dvou různých půdně klimatických podmínkách analyzováno kvalitativní složení sklizených semen, zejména hmotnost tisíce semen, obsah oleje, obsah proteinu, obsah vlákniny a také jejich výnos. Porovnávány budou půdně klimatické podmínky suché oblasti Litoměřicka a oblast Nymburska. Na základě této analýzy, která bude porovnávat výsledky dvou lokalit a tří pěstitelských ročníků, bude zhodnocen vliv podmínek pěstování na dané kvalitativní prvky. Obsah oleje, obsah proteinu a obsah vlákniny bude stanoven NIR spektrofotometrem a získaná data budou zpracována vybraným statistickým programem.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cíle práce

Cílem diplomové práce „Vliv půdně klimatických podmínek na kvalitativní parametry produkce sóji“ bude jednak vypracování kvalitní literární rešerše na téma sóji luštinaté, a jednak vyhodnotit vliv půdně klimatických podmínek na kvalitativní parametry produkce semen vybraných odrůd sóji.

Výzkumné hypotézy

Výzkumné hypotézy:

- 1) Půdně klimatické podmínky nemají vliv na kvalitativní parametry semen sóji.
- 2) Výběr odrůdy sóji nemá vliv na kvalitativní parametry semen sóji v rámci stejných půdně klimatických podmínek.

3 Literární rešerše

3.1 Původ a význam sóji

Sója luštinatá (*Glycine max*) představuje krytosemennou a dvouděložnou rostlinu, která je na základě nomenklatury řazena do čeledi bobovitých rostlin (*Fabaceae*). Je to luštěnina, která je biologicky i ekologicky příbuzná hrachu, čočce nebo fazolím (Houba & Dostálová 2018). Rod *Glycine*, do kterého sója luštinatá patří, je však oproti čeledi bobovitých rostlin velice malou skupinou, ve které je sdruženo pouze několik málo druhů. Mimo sóju luštinatou se jedná kupříkladu o jednoletou rostlinu *Glycine soja*, která je považována za divoce rostoucího předchůdce dnešní sóji (Brink & Belay 2006).

Jak již bylo zmíněno, za kolébku využívání a pěstování sóji je v současné době považována Čína. Zde měla být sója pěstována především ve středních a severních provinciích, a to již v období zhruba 3000 let před našim letopočtem. Jedním z nepřímých důkazů, které o čínském pěstování sóji mluví, je kniha „Pen-Ts'ao-Kong-Mu“, ve které byly tehdejší císařem popisovány posvátné plodiny pěstované na území Číny. Mimo rýži nebo ječmen je zde uváděna právě i sója (Zemánková 1991).

Podle odborníků se však jedná o pouhé pověsti a neexistují přímé důkazy o tom, že se sója pěstovala již v pradávných dobách. První skutečné důkazy o pěstování sóji na území Číny pocházejí až z prvního tisíciletí před našim letopočtem, kdy v Číně vládla dynastie Zhou (Hymowitz 2008).

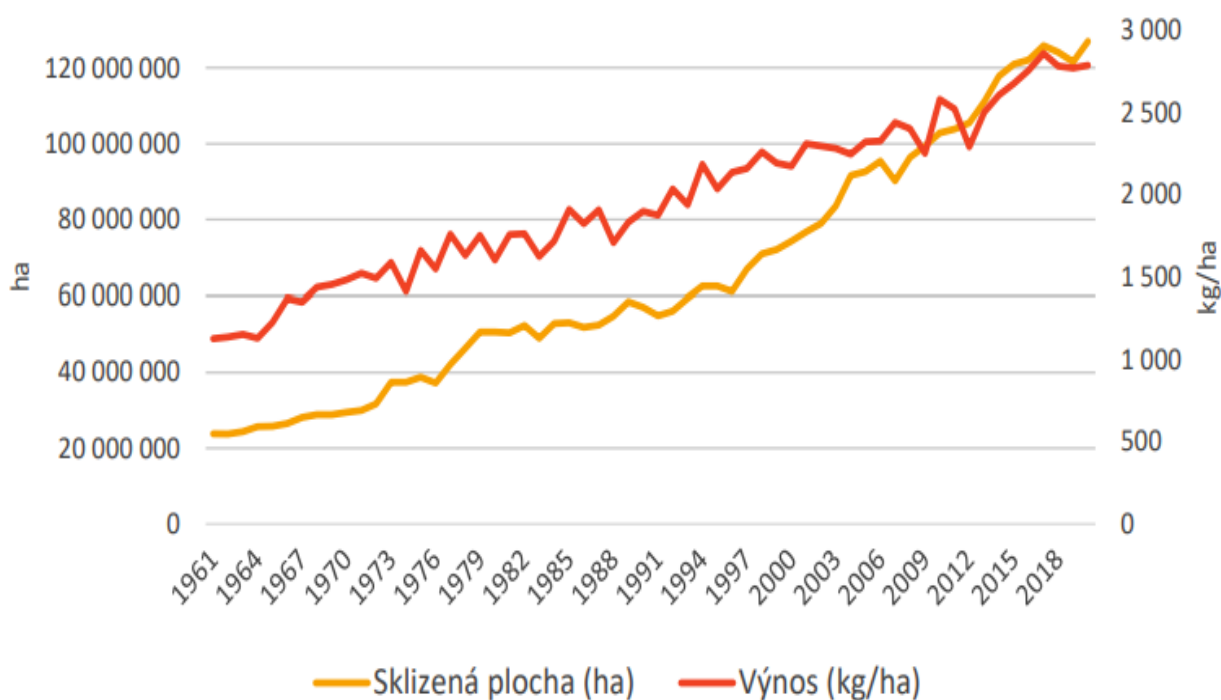
Z Číny se sója postupně dostávala do okolních zemí a pěstována byla poté i v Japonsku nebo v korejské oblasti. Na severoamerické území pak byla sója introdukována až v průběhu 18. století. Zajímavé je, že Američané se nejprve obávali konzumovat tuto exotickou rostlinu, a proto byla po dlouhou dobu užívána pouze pro hospodářské účely, byla zkrmována hospodářskými zvířaty. I na evropskou půdu byla rostlina dovezena již v 18. století, ale ani zde se nesešla s příliš vřelým přijetím. Sice se začala v některých oblastech pěstovat (Itálii nebo Francii), ale opět nezačala být masově konzumována (Zemánková 1991).

S vyšší tendencí konzumovat sóju coby energeticky a nutričně významnou plodinu se začalo jak v Americe, tak i v Evropě po druhé světové válce a svoji největší popularitu si rostlina získává až v posledních několika desetiletích (Flohrová 2001).

Co se významu sóji luštinaté týče, je nutné zmínit, že v současné době se jedná o celosvětově velice rozšířenou kulturní plodinu, která je pěstována na všech světových kontinentech, s výjimkou Antarktidy. Co do rozlohy zemědělské půdy, na které je sója dnes

pěstována, se jedná o čtvrtou nejčastější pěstovanou kulturní plodinu, po rýži, pšenici a kukuřici (USDA 2019). Jak docházelo v průběhu let k narůstání výnosnosti sóji a ke zvětšování plochy, na které byla sója pěstována, je možné spatřit níže, viz Obr. 1.

Sója, společně s kukuřicí a bavlníkem, se řadí mezi nejčastější plodiny, které se pěstují v geneticky modifikované variantě, tzv. GMO (geneticky modifikovaný organismus). Geneticky modifikovaná sója zaujímá plochu 41,4 milionů hektarů, tedy 61 % zemědělské půdy (Abbas 2018).



Obrázek 1: Vývoj světové plošné výměry a výnosnosti sóji

Zdroj: FAO 2019

Význam sóji v současné době spočívá především v jejím využití ke konzumaci. Je považována za nutričně vhodnou potravu plnou bílkovin, peptidů a významných stopových prvků. Stejně tak je rostlina využívána ke konzumaci hospodářskými zvířaty, kdy je využívána především v rámci krmných směsí. Mimo to se jedná i o velice významnou surovinu potravinářského, kosmetického nebo zpracovatelského průmyslu. Je využívána pro výrobu bionafty, olejů, kosmetických přípravků, mýdel nebo plastů (Lahola 1990, Štranc et al. 2008).

Sója se využívá zejména v Asii a v USA. Sójové boby se používají při výrobě sójového oleje, sójového mléka, tofu, tempehu, fermentované fazolové pasty, natto, sójové omáčky, sójové mouky, masových a mléčných alternativ, sójového másla, vodky a mnoha dalších

produktů. Spotřebitelé v Turecku začali sójový olej využívat až na začátku 90. let. Sójový olej obsahuje volný cholesterol, jako všechny rostlinné oleje, a vysoké množství nenasycených tuků. Proto se tento olej, který představuje 20 % obsahu sójových semen, používá k výrobě salátů, oleje na smažení a jako margarín. Sójový olej se kromě potravinářství používá i v dalších odvětvích. Vyrábí se z něj antikoroziční materiály, cementové komponenty, stavební materiály, přísady do betonu, ošetřovací oleje, dezinfekční prostředky, prostředky proti prachu, elektrické izolace, fungicidy (plísňové toxiny), nátěry kovů a inkoust. Kromě těchto produktů se používá i při výrobě pryskyřic a plastů, barev a laků, minerálních olejů, cukrářských výrobků, majonéz a salátových dresinků, tuků, imitací čokolád, bělidel do kávy, krémů, imitací sýrů a mražených dezertů. Díky vysokému obsahu kyseliny linolové je sójový olej důležitější než jiné živočišné a rostlinné oleje. V plnotučných sójových bobech je díky složení mastných kyselin velmi dobře stravitelný pro všechna zvířata. Sójové produkty a jejich použití v krmivářském sektoru lze vysvětlit jako zajištění potřeby bílkovin a jako zdroj energie. Může být také použit jako bionafta, která se typicky vyrábí chemickou reakcí lipidů s estery mastných kyselin produkujících alkohol (Güzeler & Özbek 2016).

3.2 Biologická charakteristika a vývoj rostliny

Jak již bylo naznačeno v úvodní části této diplomové práce, je z hlediska botanické nomenklatury sója luštinatá (*Glycine max*) zařazována do oddělení krytosemenných rostlin (*Magnoliophyta*), do třídy vyšších dvouděložných rostlin (*Rosopsida*), a konkrétně do čeledi rostlin bobovitých (*Fabaceae*), (Houba & Dostálová 2018).

Také bylo zmíněno, že čeleď bobovitých rostlin sestává z velkého množství různorodých rostlin a z velké části je tvořena i významnými kulturními plodinami, které mají celosvětový význam a které jsou obecně nazývány luštěninami (například hrách, čočka, fazole, cizrna). Také lze v této čeledi nalézt významné zemědělské plodiny, jež jsou využívány pro krmení hospodářských zvířat (vojtěška, jetel), (Houba & Dostálová 2018).

Samotný rod *Glycine*, do kterého sója luštinatá patří, obsahuje zhruba 75 různých rostlinných druhů (Štranc et al. 2010). Z převážné části se jedná o planě rostoucí druhy rostlin, které rostou na asijském kontinentu, popřípadě se rozšířily na kontinent africký. Na sójovité druhy je všeobecně chudý evropský kontinent, kupříkladu na území České republiky se vyskytuje pouze jeden druh z rodu *Glycine*, a to zde analyzovaná sója luštinatá (*Glycine max*), (Lahola 1990).

Co se dnešní sóji, coby kulturně pěstované plodiny týče, je jejím předchůdcem již zmíněný volně žijící druh *Glycine soja* (Brink & Belay 2006).

Zařazení sóji luštinaté (*Glycine max*) do botanické nomenklatury je uvedeno níže viz tabulka č.1.

Tabulka 1: Zařazení druhu sója luštinatá (*Glycine max*) do botanické nomenklatury

Říše	rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše	cévnaté rostliny (<i>Tracheobionta</i>)
Oddělení	krytosemenné (<i>Magnoliophyta</i>)
Třída	vyšší dvouděložné (<i>Rosopsida</i>)
Řád	bobotvaré (<i>Fabales</i>)
Čeleď	bobovité (<i>Fabaceae</i>)
Rod	sója (<i>Glycine</i>)
Druh	sója luštinatá (<i>Glycine max</i>), Merr 1917

Zdroj: Vlastní zpracování podle Houba & Dostálová 2018

Rodové jméno sója pochází z japonského termínu „shoyu“, který měl popisovat sójovou omáčku, která je z tohoto rostlinného druhu vyráběna (Hymowitz 2008). Na čínském území, a zejména v tradiční čínské medicíně, kde je sója bohatě využívána, je tato rostlina přezdívána *Žlutým klenotem*, *Velkým pokladem* nebo *Nebeským ptáčetem*. Sóju luštinatou je možné nalézt v mnoha různých odrůdách. Nejčastěji je pro potravinářské účely pěstována tzv. sója žlutá (Strosserová 2009).

Šlechtění sóji nepochybně sehrálo klíčovou roli ve zvýšení produkce. Genetické vylepšení zárodečné plazmy sóji, založené na konvenčních šlechtitelských strategiích, přispívá k pokroku ve výrobě a potravinářském průmyslu vývojem vysoce výnosných a vysoce kvalitních odrůd sóji. Tím se podporují zdravé a bezpečné vlastnosti finálních sójových produktů. Nedávné pokroky v biotechnologii, zejména vývoj vylepšené technologie molekulárních markerů, umožnily genetickou disekci (rozštěpení) a charakterizaci mnoha kvantitativně dědičných znaků kvality semen u sóji. Genetické šlechtění odrůd by se proto dalo charakterizovat jako nedílná součást udržitelné produkce potravin. Hodnota sóji pro hospodářská zvířata, lidskou výživu a průmysl ještě nebyla plně využita. Metody zpracování v krmivářském, potravinářském, chemickém, farmaceutickém a dalším průmyslu se neustále zlepšují (Sudaric 2020).

Použití dané odrůdy má vliv na složení sóji. Odrůda je vysoce významná, pokud jde o obsah bílkovin a obsah oleje (Sobko et al. 2020). Obsah bílkovin a oleje vykazuje významnou negativní korelaci. Nejvyšší negativní korelace mezi obsahem bílkovin a olejem byla zjištěna u evropských raně dozrávajících genotypů (Kurasch et al. 2017).

Složení sójových bobů nezávisí pouze na odrůdě, ale i na podmínkách při kterých rostlina roste. Pro dosažení nejvyšší užitkovosti je nutné odrůdy umístit do vhodných pěstebních prostředí podle směru použití. Pro produkci oleje by měly být vybrány suché produkční oblasti. Pokud se ale produkce soustředí na vysoký obsah bílkovin, měly by být velmi rané odrůdy pěstovány v oblastech, kde teploty zůstávají během zrání vysoké (Sobko et al. 2020).

Sója luštinatá je bobotvarou rostlinou, která může dorůst výšky až 150 cm a její kořenový systém v podobě kulovitého kořenu a mnoha postranních kořenů může dorůst hloubky dokonce 2 metrů. Hlízy jsou tvořeny na kořenech (Lahola 1990). Sója je jednoletou rostlinou, která žije v symbióze s kořenovou bakterií *Bradyrhizobium japonicum* (Barker et al. 2005).

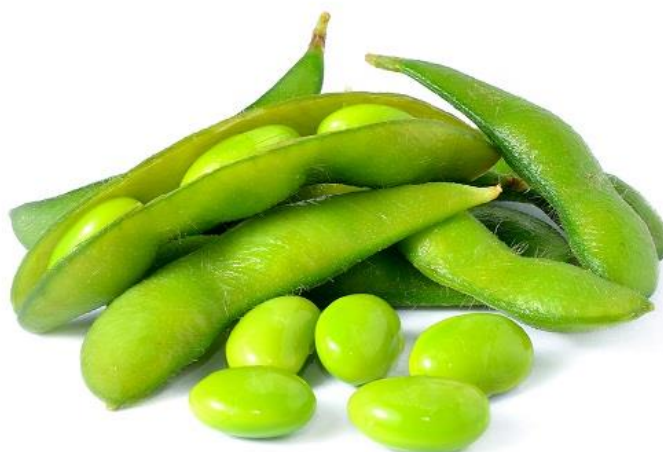
Lodyha rostliny může být pevná, pak se jedná o druh, který je využíván pro potravinářské účely, nebo méně pevná, která se využívá pro krmné účely. Po celé své ploše je rostlina porostlá jemnými šedými chloupky. Listy rostliny jsou složené, květenství nabývá podoby hroznu a sestává z 5–10 květů. Velikost jednoho květu dosahuje 5–10 mm a jsou barvy bílé, fialové, žluté, růžové nebo červené. Květy kvetou po dobu 3 týdnů (Lahola 1990).



Obrázek 2: Sója luštinatá (*Glycine max*)

Zdroj: web2.mendelu.cz

Plod sóji představuje lusk, který dosahuje 3 až 6 cm a šíře kolem 1 cm. Lusk je rovného někdy mírně prohnutého tvaru a jedna rostlina může nést 10-400 jednotlivých lusků. V každém lusku jsou pak přítomna 2-4 semena neboli boby, které jsou k lusku připojeny poutky. Semena mohou mít žlutou, zelenou, černou nebo žíhanou barvu (Lahola 1990, Štranc et al. 2010).



Obrázek 3: Lusk a boby sóji luštinaté (*Glycine max*)

Zdroj: semenaonline.cz

Sója je tzv. samosprašnou rostlinou, jejíž květy jsou oboupohlavné. V odborné literatuře se uvádí, že se jedná o rostlinu tzv. kleistogamickou, což znamená, že u většinu květů nedojde během třítydenního období kvetení k jejich otevření. Opylení tak probíhá skrytě uvnitř květu, kdy se prašník přímo dotýká blizny a dochází tak k vlastnímu opylení. K cizosprašnosti prostřednictvím větru nebo včel tak téměř nedochází (Houba & Dostálová 2018). Podle Brinka a Belayho (2006) k opylení mezi různými rostlinami dochází zhruba v 1-2 % případů.

Co se vývoje sóji luštinaté týče, vegetační doba je určena na 80 až 100 dní u raných odrůd a 150 až 200 dní u pozdních odrůd. V České republice trvá vegetační období této rostliny zhruba 130 dní (Houba & Dostálová 2018). Sója je zpravidla vysévána ve druhé polovině dubna a sklízena je zhruba ve druhé polovině září až začátkem října (Houba & Dostálová 2018).

Podle Singha a Silera (2022) má datum výsadby sóji velký vliv na výnosový potenciál plodiny. Výsadba sóji na začátku sezóny obvykle vykazuje lepší výnosy ve srovnání s tím, když je výsadba pozdnější. Z jejich výzkumu vyplývá, že odložená výsadba sóji může způsobit snížení výnosu až o 1,2 % za den.

K zahájení klíčení semene potřebuje sója dostatek vody, semeno totiž nasaje zhruba 50-100 % vody v porovnání se svojí hmotností. Klíčení probíhá při teplotě půdy minimálně 6-7 °C, ideálně 10 °C, proto by měla být semena seta pouze do hloubky zhruba 5 cm. Jak bude zmíněno v dalších kapitolách, sója je rostlinou, jejíž růst je poměrně náročný na klimatické a půdní podmínky (Brink & Belay 2006).

Konec vegetačního období sóji nastává v měsíci září. V tu dobu přestane rostlina růst, dochází ke zežloutnutí jejích listů, které následně uschnou a opadají. Také dochází k tomu, že celá rostlina absorbuje ze slunce větší množství světla, což vede k jejímu postupnému vysychání. Ve chvíli, kdy dojde k poklesu vody v rostlině na úroveň odpovídající zhruba 10-15 %, jsou plody rostliny připraveny ke sklizení (Brink & Belay 2006).

3.3 Agroekologické požadavky

V rámci této kapitoly budou zmíněny některé ekologické nároky této rostliny na své prostředí, které jsou pro její růst a následnou výnosnost nejvíce podstatné. Analyzované požadavky se budou týkat především nároků rostliny na půdní živiny, teplotní optimum a dešťové srážky.

3.3.1 Nároky na půdní živiny

Jelikož sója luštinatá pochází původně z teplých a vlhkých asijských oblastí, je řazena mezi teplomilný a vlhkomilný druh rostliny. V průběhu let však docházelo k jejímu postupnému šlechtění, které se zaměřovalo především na to, jak snížit přirozenou teplomilnost rostliny, a to proto, aby mohla být pěstována ve vícero zemích. Pro současné vyšlechtěné druhy je nejideálnější prostředí to, ve kterém roční průměrné teploty dosahují alespoň 9 °C (Brink & Belay 2006).

Co se půdních živin a typu půdy týče, sója luštinatá nejlépe prospívá v hlinitých, jílovitých, popřípadě písčitých půdách, které obsahují vysoký poměr humusu, živin a vody. Za nejvíce ideální se tak jeví vysoce úrodné, tzv. humózní půdy, ve kterých je humus obsažen v rozmezí 2 a 25 % (Štranc et al. 2008). Rostlina špatně snáší naopak půdy kyselé, těžké nebo přemokřené. pH půdy by mělo dosahovat neutrálních hodnot, a to od 6,5 do 7 (Lahola 1990). Sója je citlivější na vysokou úroveň kyselosti půdy než většina ostatních polních plodin. Optimální pH pro sójové boby na písčitých a jílovitých půdách se pohybuje od 5,8 do 6,2. Výnosy na minerálních půdách klesají, když pH půdy klesá pod pH 5,5. U organických půd lze optimálních výnosů sóji dosáhnout při pH 5,0. Bez dodatku dostatečného množství vápna, které upraví pH půd na optimum, nelze dosáhnout požadovaných výnosů sóji (Tucker 1997).

Sója je poměrně často využívána také jako tzv. předplodina, jelikož po sobě zanechává velice hodnotnou půdu, na které mohou bez dalšího hnojení růst další plodiny. Nežli bude však sója na konkrétní ploše nasetá, musí dojít k úpravě této půdy. Aby byla vytvořena pro sóju

ideální půda, musí dojít k několika zásahům, které mohou být provedeny několika různými způsoby (Lahola 1990):

- Způsob klasický (podmítka, podzimní orba, urovnání půdního povrchu, odplevelení),
- Způsob zjednodušený (minimalizace nebo výsev do mulče).

Nedostatek živin v půdě snižuje výnos sóji. Ztráty jsou různé podle toho, o který prvek se jedná. Nedostatek živin N, P, Fe, B a S může u sóji způsobit ztráty na výnosu až 10 %, 29–45 %, 22–90 %, 100 % a 16–30 %, v závislosti na úrodnosti půdy, klimatu a rostlinných faktorech. Slanost půdy je jedním z hlavních limitujících faktorů produkce sóji v semiaridních oblastech a chloridová slanost má na výnos depresivnější vliv než slanost síranů (Hellal & Abdelhamid 2013).

Dalším faktorem, který omezuje výnosy sóji, je nedostatek draslíku. Ten omezuje vývoj zrna, což snižuje velikost a hmotnost semen a dochází ke snížení výnosu. Většina půd s extrémně písčitou texturou nemá schopnost zadržet draslík proti vyplavování a vykazují malou nebo žádnou akumulaci z dlouhodobé aplikace potaše. V takových případech je každoroční aplikace hnojiva nejlepším způsobem, jak dodat dostatek draslíku pro udržení dobré produkce sóji. V době zralosti obsahují semena sóji 60 % celkového draslíku v rostlině (Tucker 1997).

Vápník souvisí s úpravou pH půdy pro dosažení optimálních výnosů sóji. Výzkum prokázal zvýšení výnosu na kyselých půdách s aplikací jedné tuny vápna na akr (0,4 ha). Prvním krokem k vyšším výnosům sóji je nechat otestovat půdu a aplikovat doporučené množství vápna (Tucker 1997).

Cílem managementu živin je maximalizovat produktivitu sójových bobů a zároveň minimalizovat dopady na životní prostředí. Vyvážené a včasné postupy řízení živin používané u sóji, přispívají k udržitelnému růstu výnosu a kvality, ovlivňují zdraví rostlin a snižují rizika pro životní prostředí. Vyvážená výživa minerálními hnojivy může pomoci v integrované ochraně proti škůdcům, aby se snížilo poškození způsobené zamořením škůdci a chorobami, a ušetřily se vstupy potřebné k jejich kontrole. Správné hnojení vytváří vyšší zisky pro zemědělce, ale ne nutně prostřednictvím snížených vstupů. Role vzdělávání pro získávání aktuálních znalostí o hospodaření s živinami je zásadní (Hellal & Abdelhamid 2013).

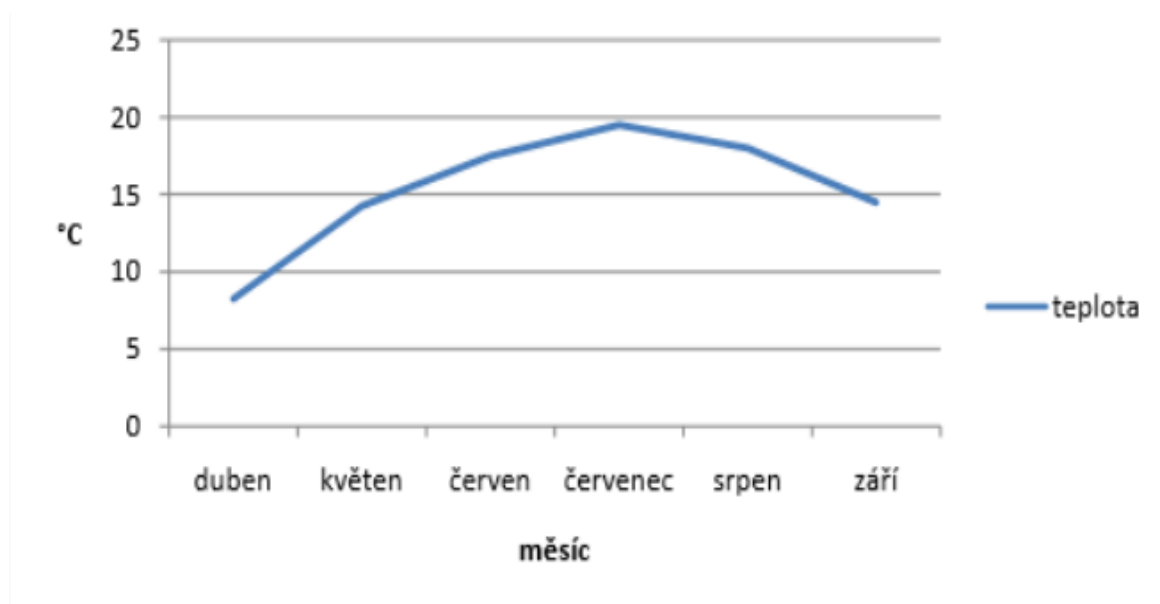
3.3.2 Nároky na teplo a světlo

Sója luštinatá je všeobecně považována za tzv. rostlinu krátkého dne neboli krátkodenní rostlinu. To znamená, že se jedná o rostlinu, u které je kvetení možné přímo urychlovat fotoperiodou kratší, nežli je tzv. hraniční délka dne, která byla stanovena na období mezi 10-14 hodinou. Jinými slovy, takovou rostlinu lze umělým zkrácením nebo prodloužením doby jejich pobytu na světle přimět k předčasnému nástupu do kvetení nebo jejich nástup do kvetení oddálit (Houser 2004).

Požadavky sóji luštinaté na světlo jsou největší (nejcitelnější) v době, kdy dochází k jejímu kvetení, v době, kdy dochází k vytváření lusků a vzniku bobů uvnitř těchto lusků. Pro rostlinu je toto období nejvíce náročné z celé její vegetační doby, a to na všechny potřebné proměnné (živiny, vodu, světlo, teplo). Odborníci došli k názoru, že ideální podmínky poskytují rostlině ta stanoviště, ve kterých dosahuje průměrná roční teplota zhruba 9 °C a ve kterých dosahuje tepelná konstanta hodnot od 2 000 do 3 000 °C (Lahola 1990).

V České republice konkrétně dochází ke kvetení sóji a ke vzniku lusků a semen na konci června, kdy jsou většinou všechny potřebné požadavky sóji naplňovány (Štranc et al. 2008).

Co se týče jiných etap vegetačního období sóji, již bylo zmíněno, že minimální možnou teplotou, kterou je schopné semeno sóji snést při svém klíčení, je zhruba 6 °C a optimální teplotou pro klíčení je pak 15–25 °C, tedy relativně vysoké teploty (Lahola 1990). V rámci období vcházení, kdy dochází k růstu samotného těla rostliny, je ideální teplota stanovena na 15–20 ° (Nieuwenshus et al. 2005).



Obrázek 4: Optimální teploty v jednotlivých etapách vegetačního období sóji luštinaté

Zdroj: Štranc et al. 2010

Současné vyšlechtěné druhy sóji, které byly úmyslně připravovány na nižší teploty a méně vhodné podmínky, jsou schopné odolat ve svých růstových fázích i teplotám pod bodem mrazu, konkrétně do -3 °C. To umožňuje, že sója může být pěstována i v České republice, kde k tomu dochází ve výrobní oblasti kukuřičné a řepařské (Jižní Morava či Polabská nížina), (Štranc et al. 2008).

S teplotou pozitivně koreluje obsah oleje v semenech (Wolf et al. 1982). Z výzkumů Piper & Boote (1999) vyplývá, že maximální akumulace oleje v zrně sóji nastává při teplotách 25-28 °C. Složení mastných kyselin (MK) olejnin má určitý význam z technologického i nutričního hlediska (Werteker et al. 2010). Složení MK je teplotou silně ovlivněno. Obsahy kyseliny linolenové a linolové v sójových bobech s vyšší teplotou výrazně poklesly, zatímco množství kyseliny olejové se zvyšující se teplotou rostlo. Kyselina palmitová a stearová zůstaly nezměněny (Wolf et al. 1982). Nejcitlivější nejen na tento faktor životního prostředí je kyselina olejová, nejméně citlivé na environmentální změny jsou kyseliny palmitová a stearová. Mezi těmito dvěma body se nachází kyselina linolová a linolenová (Bellaloui et al. 2015).

Teplota ovlivňuje i obsah sójových bílkovin. Vollmann et al. (2000) prokázali, že vysoké teploty a mírné množství srážek podporují syntézu proteinů v sójových bobech. Složení aminokyselin bývá obecně stabilní, methionin se však zvyšuje se zvýšenou teplotou během vývoje semen (Wolf et al. 1982).

Kombinace různých denních a nočních teplot během růstu má vliv i na konečné koncentrace minerálů v bobech. Obsahy Ca a Mn poklesly a obsah Na se zvýšil, když se průměrná denní teplota během kvetení a nasazení lusků zvýšila z 30 na 35 °C. Pokud se ale teplota zvýšila až během plnění a zrání semen, zvyšovala se v semenech koncentrace P, K, Ca a Mg. Zvýšení teploty naopak způsobilo pokles minerálu Fe, ale obsah Mn a Al se nezměnil (Gibson & Mullen 2001).

3.3.3 Nároky na vláhu

Sója luštinatá je druhem, který má svoji domovinu v jihovýchodní Asii, pro kterou je typické monzunové období. Z toho důvodu je rostlina náročná na vzdušnou vlhkost, jejíž optimální hodnota by měla dosahovat 75 % (Yu et al. 2004).

Někteří odborníci jsou toho názoru, že vzdušná vlhkost je pro růst sóji luštinaté tak důležitá, jako je vodní vláha v rámci půdy. Sója luštinatá vyžaduje celkově vzato bohaté srážky, a to i moderní druhy, které prošly dlouhým šlechtitelským programem. Tyto nové druhy jsou odolnější vůči teplotám, kdy snášejí i citelně nižší teploty, než jsou pro ně přirozené, ale co se týče vlhkosti a vláhy, tu vyžadují zvýšenou i tyto nové druhy (Štranc et al. 2008, Šimon 1999).

V životním cyklu sóji luštinaté se objevuje několik období, ve kterých je nutné řádné zásobování rostliny vodou. Těmito kritickými obdobími jsou klíčení, kvetení a vznik bobů v rámci lusků. Tzv. transpirační koeficient této rostliny je stanoven na hodnotu 600–1000 a roční úhrn srážek je stanoven na 550–650 mm (Štranc et al. 2010). Pro sóju je také důležité, aby dešťové srážky byly rovnoměrně rozloženy v celém jejím životním cyklu. Sucho totiž může rostlině způsobit stres (Couch 2000).

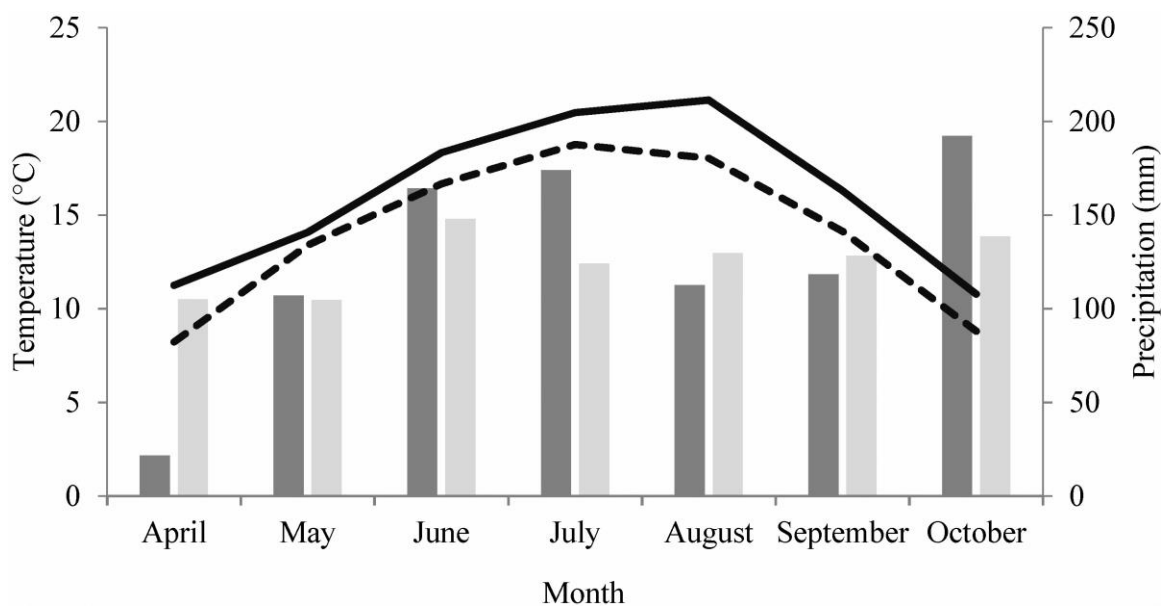
Sója poměrně dobře snáší vlhkostní stres během vegetativních fází. Ten v této době snižuje růst výhonků, ale ne růst kořenů. Dochází k snížení spotřeby vody rostlinami a zvýšení jejich schopnosti čerpat vodu hlouběji v půdním profilu. Raná výsadba do dobrých půdních podmínek je doporučenou taktikou pro zmírnění nepříznivých účinků vlhkostního stresu. Rostliny totiž budou mít hlubší kořeny pro odsávání půdní vlhkosti a větší zápoj rostlin, který zastíní půdu a dojde ke snížení ztráty půdní vlhkosti odpařováním. Zdá se, že tato metoda funguje, protože brzy osázená pole snášejí vlhkostní a vysokoteplotní stres lépe než pole s pozdní výsadbou (Staton 2020).

Vodní stres snižuje obsah bílkovin, oleje a zbytkových frakcí semen. Akumulace proteinu je však ovlivněna méně než akumulace oleje a zbytkových látek (Rotundo & Westgate 2009).

Výzkum z let 2009–2010 odhalil nárůst cukru stachyózy v roce 2010 oproti roku 2009. To mohlo být způsobeno sušším rokem a vysokou teplotou v roce 2010 ve srovnání s rokem 2009. Pak by to ukazovalo na možnou roli stachyózy jako environmentální stresové sloučeniny (Bellaloui et al. 2015).

Vodní stres posouvá metabolismus dusíku směrem k asimilaci dusíku. Vodní deficit způsobuje vyšší fixaci dusíku (Bellaloui et al. 2015).

V posledních letech jsou klimatické podmínky ze 75-80 % abnormální. Vodní režim půdy je zhoršen nejen nedostatečnými srážkami ve vegetačním období, ale také snižováním zásob humusu v orné vrstvě. Všechny faktory, které zajišťují klíčení rostliny, spolu úzce souvisí. Změna jednoho z nich způsobí změnu ostatních (Tsekhmeistruk et al. 2021).



Obrázek 5: Optimální výše srážek během životního cyklu sóji luštěnaté

Zdroj: Adamič & Leskovšek 2021

3.4 Agrotechnické nároky sóji

V rámci této kapitoly bude pozornost zaměřena na konkrétní agrotechnické nároky sóji během svého růstu. Bude konkrétně mapováno, jak by měla být sója zařazována do osevního

postupu, jak by měl být založen porost sóji, jak by měli být ničení/ regulováni potencionální škůdci vyskytující se na rostoucí sóje, popřípadě, jak konkrétně je úroda sóji sklížena.

3.4.1 Zařazení sóji do osevního postupu

Sója není náročnou plodinou, která by vyžadovala přemýšlet nad tím, jaká plodina by jí měla dělat tzv. předplodinu. Sója naopak představuje, jako jedna z mála kulturních plodin, rostlinu, kterou je možné v rámci jednoho pozemku pěstovat i několik let po sobě, aniž by to mělo dopad na kvalitu půdy nebo následnou výnosnost (Štranc et al. 2002).

Toho využívá pěstební program sóji např. ve Spojených státech amerických, kde je sója pěstována ve dvouletých cyklech. V rámci českého zemědělského programu není běžné, aby byla sója pěstována několik let, nebo alespoň dva roky po sobě, narozdíl od kukuřičných polí (Štranc et al. 2002).

Štranc et al. (2002) však uvádí, po jakých plodinách by měla být sója pěstována. V tomto ohledu zmiňuje okopaniny. Autor zde však dodává, že je zapotřebí věnovat v takovém případě pozornost skladbě plevelných druhů rostlin těchto dvou plodin. V tomto ohledu není kupříkladu také vhodné, pěstovat sóju po slunečnici, která následně sójové pole zapleveluje. Sója je však odborníky všeobecně považována za půdu vylepšující plodinu, a je považována za ideální předplodinu ozimé pšenice nebo kukuřice.

Ozimá pšenice, která byla vyseta na stejné zemědělské ploše, na které předtím rostla sója, dosahovala podle výzkumů zhruba o 2 tuny větší výnosnosti v přepočtu na 1 hektar než pšenice, která nebyla naseta po sóje (Štěpánek 2010). Stejně jako není podle odborníků moudré sóju pěstovat po slunečnici, není jí také dobré pěstovat po víceletých pícninách (Houba et al. 2011).

3.4.2 Založení porostu sóji

Zemědělské plochy, na kterých je plánováno vyset sóju, je možné zakládat konvenčním způsobem (podmítka, podzimní orba, jarní předseťová příprava), minimalizačním způsobem, nebo dokonce bez jakéhokoliv předchozího zpracování půdy. Poslední dvě možnosti zakládání porostu sóji by však měly být praktikovány pouze za předpokladu, že se na těchto plochách nenachází žádné druhy tzv. vytrvalých plevelných rostlin a plochy nejsou příliš zhutněny. Na rozdíl od toho, pokud je zvolen konvenční přístup založení porostu, má odplevelující účinky (Houba et al. 2009).

Když je zakládán nový porost sóji, pozornost by měla být také soustředěna na to, zda je terén zemědělské plochy rovný nebo dostatečně urovňán. Potencionálně přítomné nerovnosti,

hrboly nebo naopak výrazné prohlubně mohou způsobit při sklizni značné problémy. Lusky totiž vznikají na rostlině těsně nad úrovní země, a proto by měla lišta kombajnu co nejpřesněji kopírovat povrch půdy. Pokud se jedná o zemědělské plochy s kameny nebo hroudami, pak je vhodné je nejprve urovnat válcem (Štranc et al. 2002, Podrábský 2002).

Při zpracování půdy pro výsev sóji je důležité brát v úvahu hloubku, která by měla být mezi 5 a 10 cm. Při tom je nutné dbát na dostatek vláhy, kterou semena sóji potřebují pro své klíčení. Když semeno sóji nasaje vodu v množství zhruba 50-100 % své hmotnosti, jedná se o první kritickou fázi pro úspěšné pěstování sóji. Pokud by půda byla příliš suchá a nedostatečně zavlažovaná, mohlo by dojít k tomu, že většina semen by nevyklíčila (Lahola 1990).

Co se vysévání sójových semen týče, v rámci těžších půd by semena měla být vysévána do nižší hloubky, v rámci lehkých půd pak do hloubky větší. Nicméně by mělo být dosaženo toho, že všechna semena budou vyseta do podobné hloubky, aby bylo zamezeno tomu, že některá semena vyklíčí a jiná nikoliv. Semena, která jsou vyseta do příliš velké hloubky, nemusejí vzejít, oproti tomu semena, která jsou vyseta pouze mělce, mohou být znehodnocena používanými postřiky nebo hnojivy, popřípadě zkonsumována zvířectvem (Lahola 1990).

Semena sóji by měla být vysévána do pravidelných řad, se vzájemnou vzdáleností od sebe od 25-40 cm. Někteří autoři jsou však toho názoru, že čím užší jsou mezery mezi jednotlivými řádky, tím sója vykvétá dříve, a to díky vzniklému efektu zkrácení fotoperiody (Houba et al. 2011). Dalším možným vysvětlením je, že úzké řady minimalizují ztrátu vlhkosti půdy a potlačují vzcházení plevele (Board & Harville 1992).



Obrázek 6: Pole sóji luštinaté

Zdroj: ceskyrozhlas.cz

Období, kdy má být sója vyseta, se může lišit podle oblasti, ve které je vysévána (na základě nadmořské výšky, zeměpisné šířky). V nížinách (do 200 m n. m.) je doporučováno vysévat sóju v první polovině dubna, v oblastech mezi 200 a 350 m n. m. je doporučováno vysévat ve druhé polovině dubna, a ve všech vyšších polohách by výsev měl být realizován do první poloviny května (Lahola 1990). V zeměpisných šířkách České republiky je sója vysévána ve většině případech ve druhé polovině dubna, kdy průměrná teplota dosahuje 8–10 °C (Houba et al. 2011).

Co se týče množství semen, které je nutné vyset na pole, závisí přesný počet na konkrétní vybrané odrůdě sóji. Dříve se množství pohybovalo zhruba mezi 650 a 800 tisíci klíčivých semen v přepočtu na jeden hektar zemědělské plochy, což představuje mezi 120–150 kg sójových semen v přepočtu na hektar, ale v současné době se výsevek klíčivých semen na hektar snižuje. Když přijde doba sklizně, na zemědělské ploše by mělo být přítomno zhruba 500 až 700 tisíc jednotlivých rostlin sóji v přepočtu na jeden hektar (Štranc et al. 2002, Houba & Dostálová 2018). Dá se konstatovat, že zemědělci často používají zbytečně velké množství osiva na hektar. Existuje studie, která tvrdí, že je možno hustotu rostlin snížit až o 24 %. Nejen že toto opatření pomůže zemědělcům v úsporách osiva, ale také sníží potenciální ztráty na výnosech způsobené poléháním rostlin a jejich chorobami (Carciochi et al. 2019).

3.4.3 Regulace škůdců v porostu sóji

V rámci sójového porostu se mohou vyskytnout různé druhy plevelných rostlin, od dvouděložných plevelů, až po plevelné jednoděložné trávy (Lahola 1990). Co se týče dvouděložných plevelů, ty je zapotřebí ničit v souladu s maximálním využitím agrotechnických postupů, a současně s tím i prostřednictvím chemických postřiků.

Citlivost plevelů vůči chemickým postřikům (tzv. herbicidům) postupem jejich růstu klesá, proto je důležité začít s chemickými postřiky ještě v době, kdy plevele dosahují malé výšky (v době, kdy mají 2-4 listy), (Lahola 1990).

Důležité je zmínit, že ačkoliv není používání herbicidů v souladu se současným trendem ekologického a „udržitelného zemědělství“, není bez jejich použití v současné době možné, sóju efektivním způsobem pěstovat. Jedinou výjimku představuje tzv. plečkování (= pletí a kypření kolem kulturně pěstovaných plodin pomocí stroje s radlicemi za účelem zbavení se plevelů), které je využíváno během širokořádkového ekologického pěstování (Štranc et al. 2012).

Mimo plevele je pro sóju typický i výskyt některých specifických škůdců, bezobratlých i obratlovců. Mezi takové se např. řadí sviluška chmelová, která však svým působením nezpůsobuje žádné významné ekonomické ztráty na pěstované sóje. Sviluška chmelová se nejčastěji v rámci sójových polí objevuje až v poslední fázi vegetačního období rostlin (Muška et al. 2011). Dalo by se říci, že většina škůdců napadá rostlinu 30–50 dní po zasetí, tj. během vegetativního stadia a v době kvetení. Rostliny jsou v tomto období nepřetržitě napadány, neboť se výskyt škůdců překrývá. Většina škůdců nenapáchá velké škody. Neznamená, to ale, že by se méně významní škůdci v závislosti na podmínkách nemohli stát škůdci dominantními (Biswas 2013).

Abiotická omezení zahrnují extrémní živiny, teploty a vlhkosti. Ty mohou snížit produkci přímo, ale také nepřímo zvýšením počtu patogenů a škůdců. Biotická omezení bývají geograficky a ekologicky omezena. Některé choroby, jako je sójová rez, mohou být nebezpečné tím, že produkují velké množství vzduchem přenášených spór (Hartman et al. 2011).



Obrázek 7: Pole sóji luštinaté napadené sviluškou chmelovou (nalevo) a pole sóji nenapadené (napravo)

Zdroj: agromanual.cz

Dalšího příležitostného škůdce sóji luštinaté představuje babočka bodláková, která sprádá a selektuje sójové listy. Dalším významným škůdcem může být zajíc polní, který sóju vyhledává jako svoji oblíbenou potravu (Muška et al. 2011).

3.4.4 Sklizeň sóji

Sójové boby jsou připraveny ke sklizni mezi 70 a 160 dny po výsadbě, v závislosti na odrůdě. Rostliny jsou připraveny ke sklizni, když listy a stonky zežloutnou a lusky semen zhnědnou až zčernají. Sójové boby pro čerstvé použití se sklízí ještě zelené (Cheon 2021).

Na českém území je sója luštinatá sklizena od první poloviny září do začátku října, a to vzhledem k aktuálním klimatickým podmínkám a rychlosti dozrávání sójových bobů. Že je vhodná doba ke sklizení sójových bobů, napoví to, že rostlina začne sesychat, začnou ji žloutnout listy. Sklizeň může být zahájena v okamžik, kdy vlhkost rostliny klesne pod 15 % (Flohrová 2001).

Sklizeň sóji je realizovaná prostřednictvím sklízecí mlátičky. Sklizeň je o to kvalitnější, když dojde ke správnému seřízení žacího stroje. Otáčky mlátícího bubnu by měly být nastaveny

mezi 400 a 500 otáčkami za minutu. Pokud panuje v době sklizně vyšší vlhkost, pak jsou otáčky navýšeny (Štranc et al. 2012).

Mezera, která vzniká mezi sběrným košem a mlátícím bubnem má dosahovat 2–3 cm. Ventilátor by měl dosahovat maximálního výkonu, ale musí být zabráněno tomu, aby vyfukoval semena ze sběrného koše. Zvýšená pozornost by měla být kladena na nastavení nízké rychlosti i na výběr vhodného typu žací lišty. Při sklizni sóji využívají flexibilní pásové lišty s průhybem kosa, tato vlastnost zajišťuje maximální možné kopírování terénu při sklizni polehlých porostů nebo porostů s nízko nasazujícími lusky typu hrách nebo zmínění sója. Lišty by měly být opatřeny prodlouženým žacím stolem, který zabraňuje větším ztrátám, které mohou přesahovat i půl tuny v rámci jednoho hektaru (Štranc et al. 2012).

Odrůdy sóji, které jsou pěstovány na českých polích, dozrávají v drtivé většině případů bez větších problémů. Když jsou sójové boby sklizeny, je nutné je umýt a řádně vyvětrat. Boby totiž mohou obsahovat stále velké množství vody, a pokud by nedošlo k jejich vyvětrání, mohly by se zapařit a následně zplesnivět. Za ideální poměr vody, při kterém by nemělo dojít k zplesnivění bobů, je považováno 14 % (Štranc et al. 2010).

3.5 Složení sóji

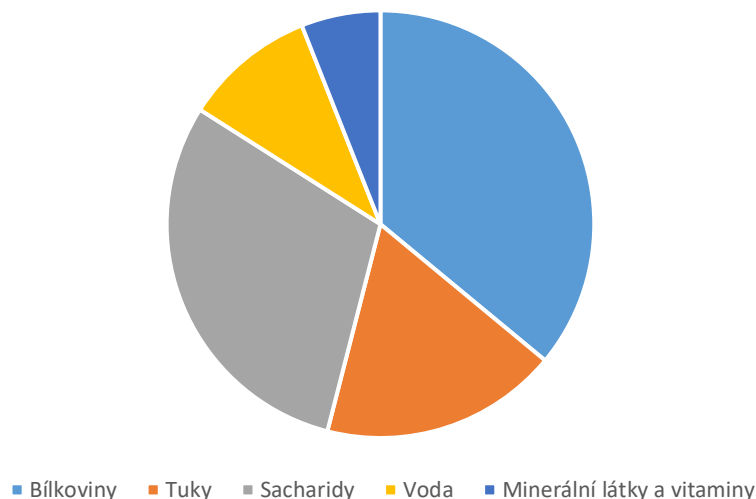
Jak již bylo několikrát zmiňováno, sója je nutričními odborníky považována za vysoce významnou a zdravou potravinu, jejíž konzumace je pro tělo člověka prospěšná. Sója je řazena mezi luštěniny, a podobně jako její příbuzné-čočka, fazole nebo cizrna, představuje i sója zdravou a celistvou potravinu, která sestává z velké škály zdraví prospěšných látek. Konkrétně je považována za bohatý zdroj vitaminů ze skupiny B, minerálů (draslík, hořčík), a vysoce kvalitních bílkovin (Pánek et al. 2002).

Sója se pěstuje v mnoha zemích. Důsledkem rozmanitosti klimatických a půdních podmínek ve velké geografické oblasti je, že sója produkovaná za různých podmínek prostředí a sklizená v různých letech, vykazuje značné rozdíly v jejich složení a nutriční kvalitě (Goldflus et al. 2006).

V rámci této kapitoly bude pozornost zaměřena právě na biologické složení sóji luštinaté, respektive jejích bobů, které jsou v současné době zpracovávány do celé řady různých produktů. Nejprve budou mapovány jednotlivé makroživiny, poté významné stopové prvky, které jsou v sóje přítomné (Pánek et al. 2002).

3.5.1 Makroživiny

Pánek et al. (2002) uvádí, že sójové boby obsahují zhruba 36–38 % tzv. plnohodnotných bílkovin, 18–23 % tuků (především estery kyseliny linolové (56,7 %) a kyseliny olejové (30 %)). Ve zbylých procentech sestávají sójové boby ze 30 % ze sacharidů, ze zhruba 10 % z vody, a ve zbývajících 5 % z různorodých minerálních látek (vápníku, draslíku, hořčíku, železa) a vitamínů (B, E a K) viz graf č. 1, (Pánek et al. 2002).



Graf 1: Složení sóji

Zdroj: Vlastní zpracování podle Pánek et al. 2002

Mimo výše uvedené látky však mohou být v sójovém bobu přítomny i látky, která na lidské organismus a jeho zdraví působí negativně. Takové látky jsou nazývány jako látky toxické nebo antinutriční. Konkrétně se může jednat o tzv. inhibitory proteas, kdy trypsinové inhibitory mohou snižovat možnou využitelnost bílkovin, lektiny zase mohou zpomalovat růst, kyselina fytová může způsobovat sníženou využitelnost minerálních látek přijímaných potravou či fytoestrogeny mohou způsobit reprodukční problémy (Hrabě et al. 2007, Belitz et al. 2009).

Z toho důvodu je doporučováno, aby sóju nekonzumovaly ve větší míře děti, které jsou ve vývoji, protože nadměrná konzumace této potraviny by v rámci jejich organismu mohla způsobit spíše škody. Sója na druhou stranu téměř neobsahuje lepek, proto je potravinou vhodnou pro bezlepkové diety (Belitz et al. 2009).

- **Bílkoviny**

Sója představuje jeden z nejvíce bohatých zdrojů bílkovin rostlinné povahy. V sójových bobech lze nalézt zhruba 36 až 38 % bílkovin, přičemž u geneticky upravené sóji se může jednat až o 50 %. Bílkoviny přítomné v sójových bobech sestávají především ze tří hlavních proteinových skupin, albuminů, globulinů a glutelinů. Ze zhruba 80 % se však jedná právě o globuliny (Hrabě et al. 2007).

Co se konkrétně globulinové frakce týče, jsou v sóje nejdominantněji zastoupeny vicilin a legumin (tzv. glycinin). Právě glycinin pak představuje nevýznamnější druh globulinu přítomného v rámci sójových bobů (Belitz et al. 2009).

Bílkoviny obsažené v sójových bobech jsou nazývány tzv. plnohodnotnými, ačkoliv zde není přítomen methionin a cystein. Co se konkrétních aminokyselin přítomných v sójových bobech týče, nejvíce je zde zastoupena kyselina asparagová a kyselina glutamová, popřípadě jejich amidy, asparagin 17 a glutamin (Hrabě et al. 2007).

Proteiny přítomné v sójových bobech jsou pro lidský organismus optimálně využitelné, dobře stravitelné a disponují vysokou biologickou hodnotou. Proto mohou sloužit jako dostatečná náhrada živočišných proteinů, k čemuž dochází u veganů, popřípadě vegetariánů (Hrabě et al. 2007).

- **Tuky**

Tuky představují další důležitou složku sójových bobů. V bobech sóji lze nalézt až 18 % podíl lipidů, přičemž u dalších druhů luštěnin se tento podíl pohybuje pouze zhruba kolem 3 %. Sójové boby navíc obsahují zdravé tuky, mastné kyseliny, a to díky přítomnosti polyenových mastných kyselin. Z prospěšných mastných kyselin se v semenech sóji v největším množství vyskytuje kyselina linolová, olejová, palmitová či stearová. Co se týče přítomnosti fosfolipidů v sójových bobech, pak je zde nejvíce zastoupen lecitin, který představuje od ¼ do ½ všech fosfolipidů v bobu (Hrabě et al. 2007).

Obsah tuků zastoupených v sójových bobech je prezentován níže viz tabulka č. 2.

Tabulka 2: Obsah tuků v sójových bobech (g/100 g)

Tuky	Obsah
Nasyčené mastné kyseliny	2,884 g
Mononenasyčené mastné kyseliny	3,425 g
Polynenasycené mastné kyseliny	11,255 g

Zdroj: Vlastní zpracování podle USDA 2021

- **Sacharidy**

Sójové boby jsou ze 30 % tvořeny sacharidy. Cukry galaktóza, glukóza a fruktóza jsou nicméně při potravinářském zpracování sójových bobů téměř zcela odstraněny. Navíc v porovnání s jinými luštěninami sója obsahuje pouze velmi malé množství škrobu. Z toho důvodu představuje sója potravinu, která je ideální ke konzumaci, pokud jedinec trpí kupříkladu onemocněním diabetes mellitus, nebo potřebuje snížit svoji tělesnou hmotnost (Velíšek & Hajšlová 2009).

Navíc sójový bob obsahuje i velké množství prospěšné vlákniny, konkrétně až z 15 % sestává z celulózy, pektinů či manganů. Pokud je však semeno sóji zpracováváno, pak může dojít k tomu, že je zbaveno slupky, ve které je vláknina nejvíce zastoupena, a tak se podíl vlákniny může ve výsledném produktu ponížít. Slupky sójových bobů jsou po zpracování využívány jako sójové otruby, které jsou z více než poloviny tvořeny pouze vlákninou (63,9 g ve 100 g vlákniny), (Velíšek & Hajšlová 2009).

Vyjádření energetické hodnoty sójových bobů a obsahu jednotlivých makroživin je uvedeno viz tabulka č. 3. Údaje jsou uváděny na 100 g sójových bobů.

Tabulka 3: Obsah makroživin v sójových bobech (g/100 g), energetická hodnota (kcal/100 g)

Makroživiny	Obsah
Energie	445 kcal
Bílkoviny	36,49 g
Tuky	19,94 g
Sacharidy	30,16 g
Vláknina	9,30 g

Zdroj: Vlastní zpracování podle USDA 2021

3.5.2 Mikroživiny

Mikroživiny představují všeobecně anorganické látky, které jsou v rámci potravin obsaženy pouze v malém množství (v jednotkách %). Konkrétně jsou tímto pojmem myšleny veškeré vitamíny, minerály nebo stopové prvky. Na jedné straně se tedy jedná o látky, které tělu nepřinášejí žádnou využitelnou energii, na druhé straně je význam těchto látek pro lidské tělo značný. Pro všechny jedince je důležité, aby přijímali mikroživiny v dostatečném množství. Jedná se totiž o látky, které si lidský organismus není v převážné většině schopen vytvářet sám (Houba & Dostálová 2018).

- **Vitaminy**

Sójové boby jsou velmi dobrým zdrojem mnoha vitamínů. Ve 100 g najdeme více než 50 % denní dávky B-komplexu. Tato skupina zahrnuje thiamin, pyridoxin, kyselinu pantotenovou a niacin. Většina těchto vitamínů funguje jako koenzymy v metabolismu sacharidů, bílkovin a tuků (Soybean nutrition facts 2019).

Vitamíny skupiny B jsou rozpustné ve vodě. Mimoto jsou v sójových bobech přítomny vitamíny rozpustné v tucích, konkrétně vitamin E a K (Mandžuková 2005).

Zastoupení vybraných vitamínů v sójových bobech je prezentováno viz tabulka č. 4.

Tabulka 4: Obsah vitamínů v sójových bobech (mg/100 g)

Vitamin	Obsah
B1	1,1 mg
B2	0,3 mg
B5	1,7 mg
B6	0,9 mg
Biotin	0,1 mg
Niacin	2,2 mg
E	2,3-13,0 mg
K	1,3-2,9 mg

Zdroj: Vlastní zpracování podle Mandžuková 2005

- **Minerální látky**

Lidská činnost způsobuje uvolňování nadměrného množství kovů do prostředí, což má do jisté míry za následek i jejich začlenění do potravního řetězce. Mezi esenciální minerály, které mají velký význam pro správné fungování organismu se řadí hořčík, vápník draslík, zinek, měď, selen, kobalt, nikl, vanad, chrom, mangan a molybden (Staniak 2014).

Existují velké rozdíly v obsahu minerálů v semenech. Tato variabilita je způsobena nejen půdními podmínkami (Kozak et al. 2008). Vliv na odlišnost v zastoupení minerálů má i pěstovaná odrůda a systém pěstování (Biel et al. 2018). Minerální látky jsou v sójových bobech přítomny zhruba ve 3 %. Konkrétně se jedná v největší míře o vápník, fosfor, hořčík a železo (Velíšek 1999).

Jelikož jsou však minerální látky v rámci sójových bobů vázány na kyselinu fytovou, je jejich reálná využitelnost lidským organismem velice nízká. Minerální látky spolu s kyselinou fytovou vytvářejí stabilní sloučeniny, nazývané fytáty, které tak znemožňují minerálním látkám v sójových bobech se vstřebávat do lidského těla. Minerální látky v sóje jsou tedy považovány spíše za antinutriční látky (Velíšek 1999).

Níže je představen obsah vybraných minerálních látek v sójových bobech viz tabulka č. 5.

Tabulka 5: Obsah minerálních látek v sójových bobech (mg/100 g)

Minerály	Obsah
Vápník	277 mg
Železo	15,70 mg
Hořčík	280 mg
Fosfor	704 mg
Draslík	1797 mg
Sodík	2 mg
Zinek	4,93 mg
Měď	1,65 mg

Zdroj: Vlastní zpracování podle USDA 2021

- **Fytoestrogeny**

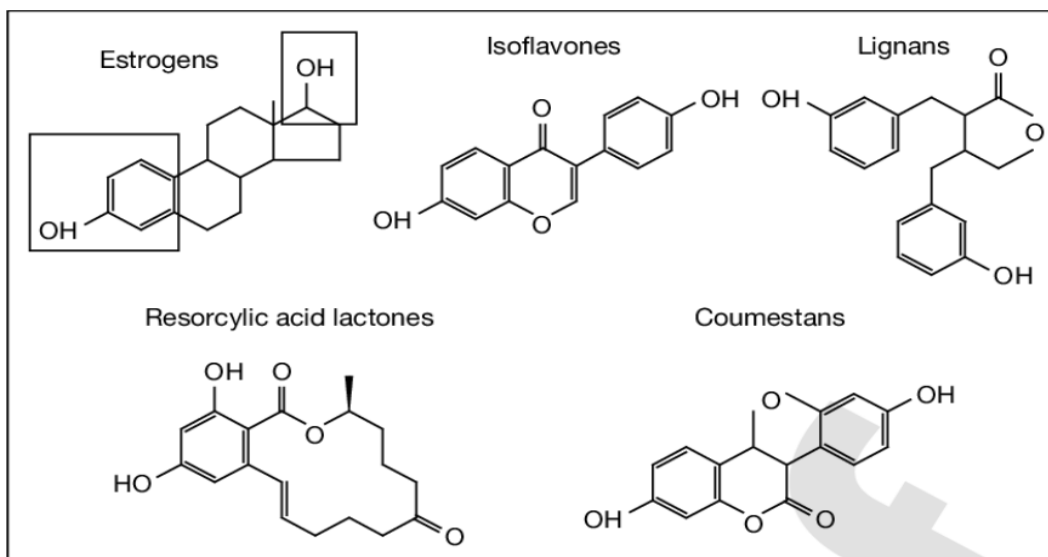
Fytoestrogeny představují sekundární metabolity rostlin, které nejsou steroidního původu, ale jsou polyfenolické. Jedná se o biologicky aktivní látky, které jsou schopné se v rámci zažívacího traktu konzumentů pozměnit v látky, které mají estrogení účinky (Moravcová 2008).

Fytoestrogeny jsou sice schopné se vázat na estrogenové receptory, ale na druhé straně to nejsou látky, které by byly schopné vyvolat adekvátní estrogenovou odezvu. Z toho důvodu se jedná o látky, které v rámci organismu mají na rozdíl od hormonů menší efekt (Ransley et al. 2001).

Základ fytoestrogenů představuje fenolové jádro, které umožňuje těmto látkám se navázat na estrogení receptor (Vrzáňová 2003).

V rámci rostlinného těla fytoestrogeny plní celou řadu funkcí. Zatímco živočišné estrogeny mají za úkol, podílet se na hormonální regulaci biologických dějů, role rostlinných fytoestrogenů spočívá především v ochranné a obranné funkci. Konkrétně mají za úkol posilovat imunitu rostlin, mají antioxidační, antiparazitární, antivirové, antibakteriální a fungistatické vlastnosti (Vrzáňová 2003).

Fytoestrogeny jsou látky, které jsou svou chemickou strukturou podobné lidským hormonům estrogenům a v organismu se tedy i podobně jako ony chovají. Zvýšená hladina estrogenů, k níž může přilísná a častá konzumace sójových výrobků vést, pak v těle může vyvolat řadu nežádoucích účinků. Například předčasný nástup puberty nebo třeba rakovinu prsu. Zcela nevhodné je podávání sóji dětem a těhotným. V nadměrném množství by ji neměli konzumovat ani ženy v reprodukčním věku a muži (Vršecká 2019).



Obrázek 8: Hlavní fytoestrogeny obsažené v sóje

Zdroj: Lorenzetti 2016

- **Fytosteroly**

Další skupinou pro rostliny specifických látek jsou tzv. fytosteroly. Tyto látky představují steroly, které se nacházejí pouze v rámci rostlin, proto název „fytoestrogeny“. Olej, vyráběný ze sójových bobů, je bohatý na tyto látky, mezi, které patří konkrétně β -sitosterol, kampesterol nebo stigmasterol (Kalač 2003).

Čistě z chemického ohledu představují fytosteroly látky, které jsou blízké a podobné živočišnému cholesterolu, avšak s tím rozdílem, že lidské tělo není schopné, na rozdíl od cholesterolu, si fytosteroly samo syntetizovat, a jsou přijímány pouze skrze konzumaci potravy. Fytosteroly jsou významnými látkami vzhledem k lidskému organismu, jelikož bylo prokázáno, že disponují protikarcinogenními účinky, a jsou schopné v lidském těle snižovat hladinu LDL (low density lipoprotein) cholesterolu v krvi (Kalač 2003).

- **Biologicky aktivní látky**

Biologicky aktivní látky představují takové látky, které na lidský organismus působí blahodárně. Do této skupiny patří antioxidanty, probiotika, vitaminy, minerální látky, karotenoidy, esenciální mastné kyseliny, fosfolipidy, flavonoidy, fytosteroly, a jiné (Maxwell 2011).

Sójové boby mimo velké množství významných bílkovin a tuků obsahují i řadu látek, u kterých byly výzkumy prokázány protirakovinné účinky. Mezi tyto látky patří kupříkladu isoflavony, saponiny i biologicky aktivní proteiny a peptidy. Mezi biologicky aktivní proteiny a peptidy v sójových bobech lze zařadit inhibitory proteáz, lektiny či peptid lunasin (Maxwell 2011).

- **Lecitin**

Sójový lecitin je látka přírodního původu, vyskytující se v sójových bobech. Po chemické stránce se jedná o lipid složený z cholinu, glycerolu a fosfátu, tedy o tzv. fosfolipid. Jeho užívání napomáhá ke snížení hladiny cholesterolu v krvi a krevního tlaku, působí pozitivně na paměť a klouby, urychluje regeneraci, zlepšuje využitelnost proteinů. Dalším příznivým efektem užívání sójového lecitinu je zrychlení metabolismu a podpora redukce podkožního tuku (Sálová 2003).

Jedná se tedy o významnou složku potravy, která je významná pro lidské tělo a zdraví. Lecitin představuje látku, která je důležitou součástí buněčných membrán, z toho důvodu se ve velké míře vyskytuje v mozku i míše (Singh 2010).

4 Metodika

4.1 Pokusné odrůdy

Bettina

Středně raná fialově kvetoucí odrůda. První registrovaná odrůda v České republice. Má velmi rychlý počáteční růst, se střední výškou porostu. Vykazuje vysokou odolnost vůči poléhání a první lusk má nasazen vysoko. Má velmi dobře vybalancovaný zdravotní stav s vysokou odolností vůči virózám. Dlouhodobě si udržuje vysoký výnosový potenciál. Obsah oleje je střední, obsah bílkovin je středně vysoký, odrůda dosahuje i vysokého HTS. Odrůda má typicky světle žlutá semena a výbornou odolnost vůči praskání lusků.

Odrůda Bettina je vhodná jak pro průmyslové zpracování, tak i pro krmné účely. Její zrnka jsou bohatá na bílkoviny, minerály a vitaminy. Odrůda Bettina také obsahuje nízké množství nasycených tuků a cholesterolu.

Celkově lze konstatovat, že odrůda Bettina je kvalitní odrůda sóji s vysokými výnosy a dobrými vlastnostmi pro průmyslové i krmné využití (Saatbau 2021).

ES Comandor

Velmi raná odrůda, středně vysoká s rychlým počátečním vývojem a velmi dobrou stabilitou. Má výborný zdravotní stav. Rostliny mají vysoký počet lusků a vysoké nasazení prvního lusků. Odrůda vhodná pro potravinářské využití.

Výnosový potenciál odrůdy je velmi vysoký. Odrůda dosahuje v průměru 20 % obsahu oleje, 41 % obsahu bílkovin a 197 g HTS (Agrofial.cz 2023).

ES Governor

Velmi raná odrůda. Jde o plastickou odrůdu s vyšší suchovzdorností. Rostliny jsou středně vysokého vzrůstu s rychlým počátečním vývojem. Velkou výhodou je též velmi dobrý zdravotní stav a odolnost vůči poléhání. Rostlina má velmi dobré větvení a rovnoměrné nasazení lusků.

Výnosový potenciál odrůdy je vysoký. Odrůda dosahuje v průměru 16 % obsahu oleje, 41 % obsahu bílkovin a 198 g HTS (Agrofial.cz 2023).

Marquise

Marquise se řadí mezi rané odrůdy a doba její zralosti je 117 dnů. Vyniká dobrou odolností proti onemocnění sclerotinií a virózám. Také vykazuje vysokou odolnost proti plísni. Odrůda se vyznačuje střední odolností vůči polehávání, je také velmi odolná proti praskání lusků.

Odrůda má větší semena a dosahuje v průměru 178 g HTS (Selgen.cz 2022).

Mentor

Mentor je středně raná odrůda. Tato odrůda se vyznačuje vysokým výnosem a dobrou adaptabilitou na různé pěstitelské podmínky.

Má středně vysokou vzrůstnost, čímž usnadňuje sklizeň a snižuje riziko poškození plodin v důsledku větru. Je velmi vhodná pro pěstování na menších plochách, kde je žádoucí efektivní využití prostoru.

Mentor je také znám svou odolností vůči mnoha chorobám a škůdcům, včetně onemocnění jako je fyziologická vadnutí a rakovina kořene. To znamená, že tato odrůda vykazuje vysokou odolnost vůči stresovým podmínkám, což přispívá k její stabilitě a výnosnosti.

Celkově lze tedy říci, že odrůda Mentor je vhodná pro pěstitelé, kteří hledají vysoké výnosy a stabilitu v různých pěstitelských podmínkách (Saatbau 2021).

4.2 Polní pokus

4.2.1 Základní informace o lokalitě Straškov

V následujícím textu jsou prezentovány klíčové údaje týkající se pokusné lokality Straškov a provedeního experimentu. Informace jsou rozděleny do tří pěstitelských období, a to 2020, 2021 a 2022.

Základní informace o pokusném stanovišti

Rok 2020

Název stanoviště: Straškov – Hospozínek

Název honu: K Hospozínku

Nadmořská výška: 245 m

Poloha: s mírnou severní expozicí

Výměra honu: 12,88 (68,73) ha

Půdní typ: černozem modální na spraši

Půdní druh: středně těžká

Klima oblasti: A2 – teplá, suchá, s mírnou zimou,

Ø roční teplota 8-10 °C

Ø roční úhrn srážek 450 – (550) mm

AZP (rok 2020): pH – 7,6; P – 169 ppm; K – 253 ppm; Mg – 285 ppm; Ca – 8390 ppm

Základní informace o pokusu

Rok 2020

Výměra parcel: 0,3 ha

Předplodina: 2019 – pšenice ozimá

2018 – hrách setý

Poslední hnojení N, P, K: 200 kg NPK (30+30+30)

Pěstitelská technologie na porostu sóji:

Podzim

28.8. 2019 – podmínka 1x – disky (Bednar Swifterdisc)

27.9. 2019 – orba

Jaro

19.4. 2020 – kombinátor (Bednar Swifter SE)

21.4. 2020 – setí pokusu (secí komb. Lemken Solitair)

23.4. 2020 – ošetření preemergentní kombinací herbicidů

Successor 600 1,5 l/ha + Sumimax 0,1 kg/ha + Grounded 0,3 l/ha

7.6. 2020 – ošetření postemergentním herbicidem Pulsar 40 1,25 l/ha

17.10. 2020 – sklizeň

Základní informace o pokusném stanovišti

Rok 2021

Název stanoviště: Straškov – Hospozínek

Název honu: K Hospozínku

Nadmořská výška: 245 m

Poloha: s mírnou severní expozicí

Výměra honu: 12,88 (68,73) ha

Půdní typ: černozem modální na spraši

Půdní druh: středně těžká

Klima oblasti: A2 – teplá, suchá, s mírnou zimou,

Ø roční teplota 8-10 °C

Ø roční úhrn srážek 450 – (550) mm

AZP (rok 2020): pH – 7,6; P – 169 ppm; K – 253 ppm; Mg – 285 ppm; Ca – 8390 ppm

Základní informace o pokusu

Rok 2021

Výměra parcel: 0,3 ha

Předplodina: 2020 – pšenice ozimá

2019 – hrách setý

Poslední hnojení N, P, K: 200 kg NPK (30+30+30)

Pěstitelská technologie na porostu sóji:

Podzim

30.9. 2020 – mulčování

30.9. 2020 – podmítka 2x – disky (Bednar Swifterdisc)

15.10. 2020 – orba

Jaro

18.4. 2021 – kombinátor (Bednar Swifter SE)

27.4. 2021 – setí pokusu (secí komb. Lemken Solitair)

27.4. 2021 – ošetření preemergentní kombinací herbicidů

Successor 600 1,5 l/ha + Sumimax 0,1 kg/ha + Grounded 0,3 l/ha

10.6. 2021 – ošetření postemergentním herbicidem Pulsar 40 1,25 l/ha

+ stimulace přípravkem Talisman 3,0 l/ha

4.10. 2021 – sklizeň



Obrázek 11: Setí pokusu. Lokalita Straškov, pěstitelské období 2021, (autor: Pavel Procházka)

Základní informace o pokusném stanovišti

Rok 2022

Název stanoviště: Straškov – Bříza

Název honu: Kouta

Nadmořská výška: 245 m

Poloha: s velmi mírnou severní expozicí

Výměra honu: 23,96 (44,77) ha

Půdní typ: černozem modální na spraši

Půdní druh: středně těžká

Klima oblasti: A2 – teplá, suchá, s mírnou zimou,

Ø roční teplota 8-10 °C

Ø roční úhrn srážek 450 – (550) mm

AZP (rok 2021): pH – 7,3; P – 198 ppm; K – 560 ppm; Mg – 288 ppm; Ca – 8243 ppm

Základní informace o pokusu

Rok 2022

Výměra parcel: 0,3 ha

Předplodina: 2021 – pšenice ozimá

2020 – kukuřice

Poslední hnojení N, P, K: 150 kg Kieserit

150 kg Amofos

Pěstitelská technologie na porostu sóji:

Podzim

8.9. 2021 a 10.10. 2021 – podmítka 2x – disky (Bednar Swifterdisc)

15.11. 2021 – orba

Jaro

17.4. 2022 – kombinátor (Bednar Swifter SE)

27.4. 2022 – setí pokusu (secí komb. Lemken Solitair)

27.4. 2022 – ošetření preemergentní kombinací herbicidů

Successor 600 1,5 l/ha + Sumimax 0,1 kg/ha + Grounded 0,3 l/ha

8.6. 2022 – ošetření postemergentním herbicidem Pulsar 40 1,25 l/ha

+ stimulace přípravkem Talisman 3,0 l/ha

11.10. 2022 – sklizeň



Obrázek 13: Sklizeň pokusu. Lokalita Straškov, pěstitelské období 2022, (autor: Jan Rejman)

4.2.2 Základní informace o lokalitě Sloveč

V následujícím textu jsou prezentovány klíčové údaje týkající se pokusné lokality Sloveč a provedeního experimentu. Informace jsou rozděleny do tří pěstitelských období, a to 2020, 2021 a 2022.

Základní informace o pokusném stanovišti

Rok 2020

Název stanoviště: Střihov

Název honu: Dolní Liha

Nadmořská výška: 231 m

Poloha: rovina – velmi mírný sklon k JZ

Výměra honu: 33,34 ha

Půdní typ: černozem

Půdní druh: písčitohlinitá

Klima oblasti: B2 – oblast mírně teplá, mírně suchá, s mírnou zimou

Ø roční teplota (Ø1960-1990) 8,5 °C, (Ø2003-2016) 9,7 °C (8,5-10,5)

Ø roční úhrn srážek (Ø1991-2015) 583 mm (440-771)

AZP (rok 2016): pH – 7,2; P – 91 ppm; K – 567 ppm; Mg – 463 ppm; Ca – 4500 ppm

Základní informace o pokusu

Rok 2020

Výměra parcel: 0,2 ha

Předplodina: 2019 – kukuřice

2018 – cukrovka

Poslední hnojení: bez hnojení (zamokření půdy)

Pěstitelská technologie na porostu sóji:

Podzim

14.11. 2019 – mulčování

15.11. 2019 – kypření – Köckerling Vario 7

25.11. 2019 – kypření – Horsch Terrano 12 FG

Jaro

22.4. 2020 – kombinátor (NZ Aggressive Väderstad)

24.4. 2020 – setí Horsch Pronto 8 m – disk

26.4. 2020 – ošetření preemergentní kombinací herbicidů

Somero 1,5 l/ha + Sumimax 0,1 kg/ha + Grounded 0,3 l/ha

8.6. 2021 – ošetření postemergentním herbicidem Corum 40 1,25 l/ha

Dash 1,0 l/ha

22.10. 2020 – sklizeň

Základní informace o pokusném stanovišti rok

Rok 2021

Název stanoviště: Strihov

Název honu: Dolní Liha

Nadmořská výška: 231 m

Poloha: rovina – velmi mírný sklon k JZ

Výměra honu: 33,34 ha

Půdní typ: černozem

Půdní druh: písčitohlinitá

Klima oblasti: B2 – oblast mírně teplá, mírně suchá, s mírnou zimou

Ø roční teplota (Ø1960-1990) 8,5 °C, (Ø2003-2016) 9,7 °C (8,5-10,5)

Ø roční úhrn srážek (Ø1991-2015) 583 mm (440-771)

AZP (rok 2016): pH – 7,2; P – 91 ppm; K – 567 ppm; Mg – 463 ppm; Ca – 4500 ppm

Základní informace o pokusu

Rok 2021

Výměra parcel: 0,2 ha

Předplodina: 2020 – kukuřice

2019 – cukrovka

Poslední hnojení: bez hnojení (zamokření půdy)

Pěstitelská technologie na porostu sóji:

Podzim

1.10. 2020 – mulčování

3.10. 2020 – kypření – Köckerling Vario 7

12.12. 2020 – kypření – Horsch Terrano 12 FG

Jaro

23.4. 2021 – kombinátor (NZ Aggressive Väderstad)

26.4. 2021 – setí Horsch Pronto 8 m – disk

29.4. 2021 – ošetření preemergentní kombinací herbicidů

Somero 1,5 l/ha + Sumimax 0,1 kg/ha + Grounded 0,3 l/ha

8.6. 2021 – ošetření postemergentním herbicidem Corum 40 1,25 l/ha

Dash 1,0 l/ha + hnojení a stimulace (Mo 0,5 l, B 0,5 l, Aktifer Grow 1,6 l)

26.6. 2021- hnojení a úprava pH (Sentimel 0,5 l + Lykan 0,7 l + B 1,0 l + Mo 0,5 l)

11.10. 2021 – sklizeň



Obrázek 14: Setí pokusu. Lokalita Sloveč, pěstitelské období 2021, (autor: Pavel Procházka)



Obrázek 15: Sklizeň pokusu. Lokalita Sloveč, pěstitelské období 2021, (autor: Pavel Procházka)

Základní informace o pokusném stanovišti

Rok 2022

Název stanoviště: Městec Králové

Název honu: za STS

Nadmořská výška: 208 m

Poloha: rovina – mírný sklon k SV

Výměra honu: 9,08 ha

Půdní typ: degradovaná černozem

Půdní druh: písčité jílovitá hlína (62 % písek, 16 % hlína, 22 % jí)

Klima oblasti: B2 – oblast mírně teplá, mírně suchá, s mírnou zimou

Ø roční teplota (Ø1960-1990) 8,5 °C, (Ø2003-2016) 9,7 °C (8,5-10,5)

Ø roční úhrn srážek (Ø1991-2015) 583 mm (440-771)

AZP (rok 2021): pH – 7,5; P – 107 ppm; K – 590 ppm; Mg – 295 ppm; Ca – 5560 ppm

Základní informace o pokusu

Rok 2022

Výměra parcel: 0,2 ha

Předplodina: 2021 – pšenice ozimá

2020 – pšenice ozimá

Poslední hnojení: nic

Pěstitelská technologie na porostu sóji:

Podzim

25.8. 2021 – podmínka – Köckerling Vario 7

17.11. 2021 – kypření – Horsch Terrano 12 FG

Jaro

27.4. 2022 – kombinátor (NZ Aggressive Väderstad)

29.4. 2022 – setí Horsch Pronto 8 m – disk

30.4. 2022 – ošetření preemergentní kombinací herbicidů

Successor 1,5 l/ha + Sumimax 0,1 kg/ha + Grounded 0,3 l/ha

1.6. 2022 – ošetření graminicidem Fusilade Forte 1,0 l/ha + Revitin 2,0 l/ha

3.6. 2022 – ošetření postemergentním herbicidem Corum 1,25 l/ha

Dash 1,0 l/ha + hnojení a stimulace (Mo 0,5 l, Seamin 0,5 l, Vimpel 0,5 l)

13.6. 2022 – hnojení a stimulace (Lurs multikomplex 1,5 l, Humastar 0,5 l, Albit 40 ml, B 1,0 l)

11.10. 2020 – sklizeň

4.3 Laboratorní pokus

V laboratorní části výzkumu byly prováděny pokusy s cílem zjistit hodnoty několika parametrů sójových semen. Konkrétně se jednalo o hmotnost tisíce semen, obsah proteinů, obsah vlákniny, obsah oleje a výnos semene. Tyto údaje byly získány pomocí NIR spektrofotometru OmegAnalyzer G od společnosti Bruins Instruments, který je využíván v laboratoři ČZU pro analýzu obilovin, luštěnin a olejnin. V rámci těchto pokusů byla také stanovena hmotnost tisíce semen (HTS). Pro zjištění tohoto parametru byl použit speciální čítač semen C 21 a následně měřeno (2 x 500 semen), přičemž vážení jednotlivých dávek semen bylo prováděno s přesností na 2 desetinná místa. Průměrná hodnota hmotnosti určovala HTS.



Obrázek 9: NIR spektrofotometr (OmegAnalyzer G) v laboratoři Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze, (autor: Jan Rejman)



Obrázek 10: Čítač semen (C 21), přístroj na měření hmotnosti tisíce semen (HTS) v laboratoři Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze, (autor: Jan Rejman)

5 Výsledky

V rámci diplomové práce byl zkoumán vliv půdně-klimatických podmínek na kvalitativní parametry semen vybraných odrůd sóji. V této kapitole jsou prezentovány výsledky laboratorních pokusů, které byly realizovány na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze. Naměřená data byla dále zpracována pomocí statistického programu a doplněna o statistické zhodnocení. V rámci studie byly porovnávány kvalitativní parametry semen vybraných odrůd sóji luštinaté z let 2020, 2021 a 2022, a to z lokalit Straškov (Litoměřicko) a Sloveč (Nymbursko). Níže jsou uvedeny názvy zkoumaných odrůd:

- Bettina
- ES Comandor
- ES Governor
- Marquise
- Mentor.

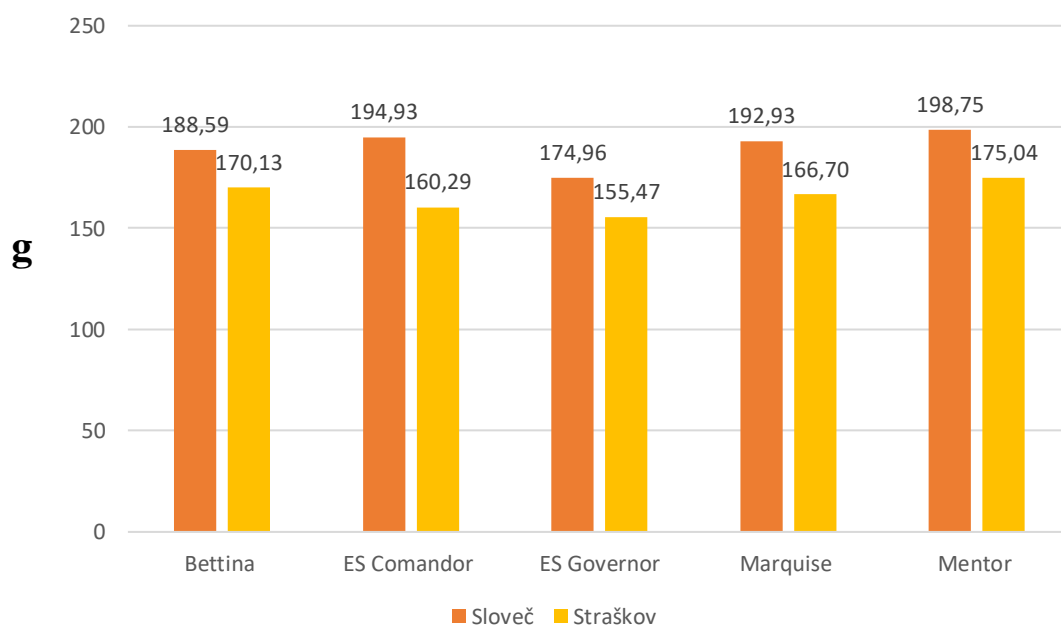
5.1 Zhodnocení sklizně

V příložených grafech jsou zhodnoceny výsledky sklizně sóji luštinaté (*Glycine max*). Průměrné hodnoty jsou uvedeny za tři pěstitelská období, 2020, 2021 a 2022. Porovnávány jsou půdně klimatické podmínky z lokalit Litoměřicka (Straškov) a oblasti Nymburska (Sloveč) a jejich vliv na kvalitativní parametry produkce sóji.

5.1.1 Hmotnost tisíce semen (HTS)

Z grafu č. 2 výsledky ukazují, že vyšší hmotnosti tisíce semen (g) bylo dosaženo v Sloveči, kde hmotnost tisíce semen dosahovala v průměru 198,75 g u odrůdy Mentor. Hmotnost tisíce semen se lišila mezi místy a pohybovala se v rozmezí od 155,47 g ve Straškově po 198,75 g ve Sloveči. Hmotnost tisíce semen byla u každé ze sledovaných odrůdy vyšší na lokalitě Sloveč.

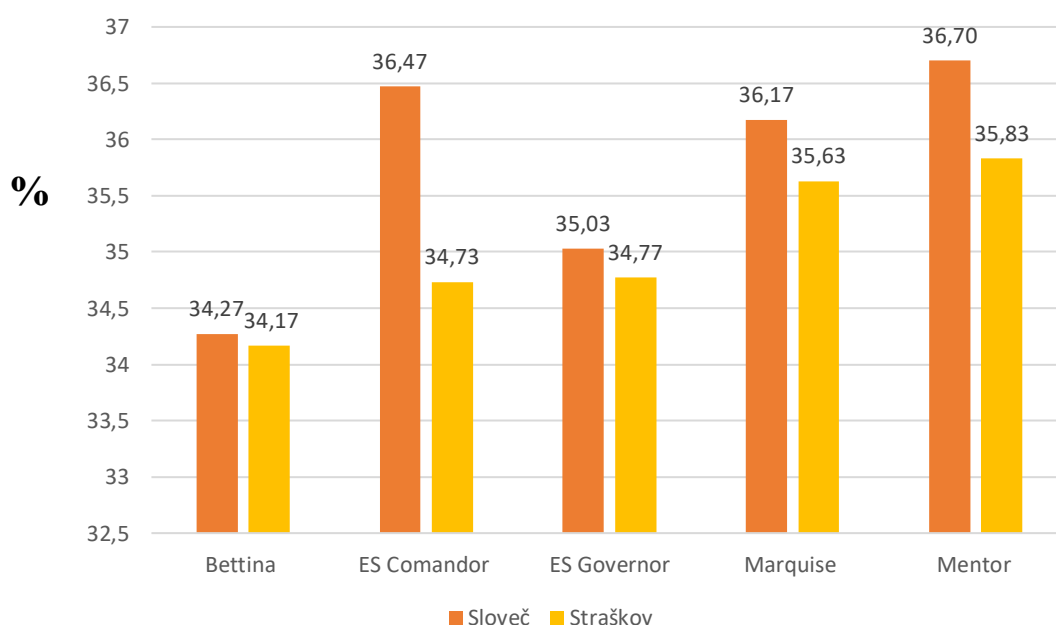
Graf 2: Průměrná hmotnost tisíce semen za tři pěstitelská období u jednotlivých odrůd sóji



5.1.2 Obsah proteinů

Pomocí NIR spektrofotometru bylo zjištěno, že v půdně klimatické oblasti Sloveč je v průměru vyšší obsah proteinů (%) u sledovaných odrůd sóji, jak udává graf č. 3. Lepší výsledky byly dosaženy u odrůdy Mentor 36,70 % obsahu proteinů v lokalitě Sloveč. Obsah proteinů v sóji luštinaté se pohyboval v rozmezí od 34,17 % do 36,70 % a také byly zaznamenány rozdíly mezi místy. U odrůdy Bettina byl zaznamenán menší rozdíl mezi lokalitami a to 0,10 %.

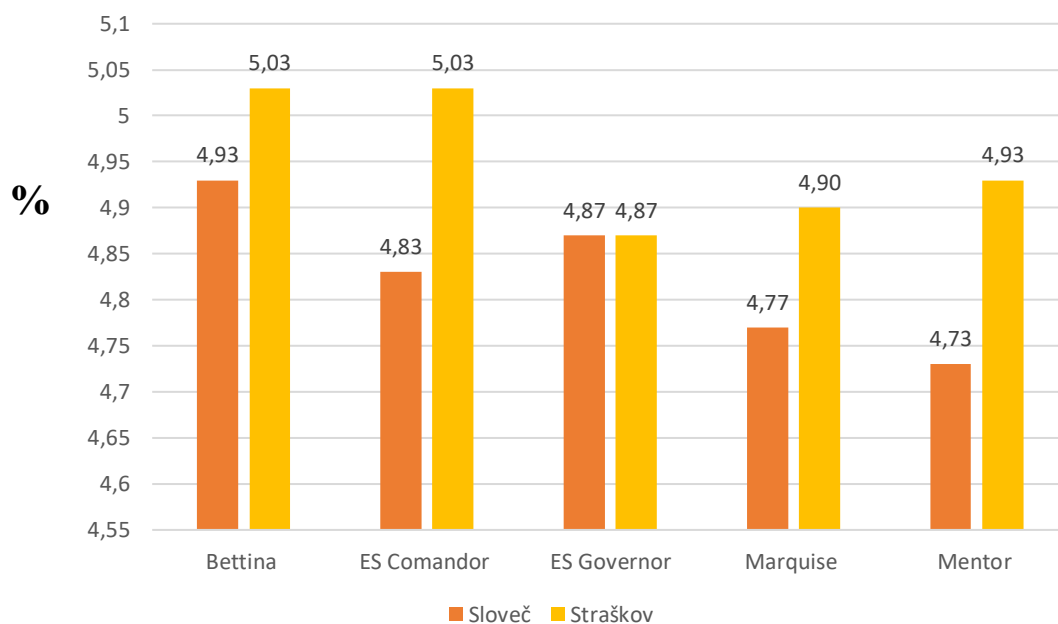
Graf 3: Průměrný obsah proteinů v semenech za tři pěstitelská období u jednotlivých odrůd sóji



5.1.3 Obsah vlákniny

Graf č. 4 prezentuje výsledky vlivu půdně klimatických podmínek na obsah vlákniny (%) v sóji luštinaté a ukazuje, že vyšších hodnot v průměru dosahovala oblast Straškov. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 4,73 % do 5,03 % a byly zaznamenány rozdíly mezi lokalitami. Odrůda ES Governor dosahovala shodně 4,87 % obsahu vlákniny v obou lokalitách. Odrůdy Bettina a ES Comandor dosahovaly vyšší naměřené hodnoty 5,03 % obsahu vlákniny.

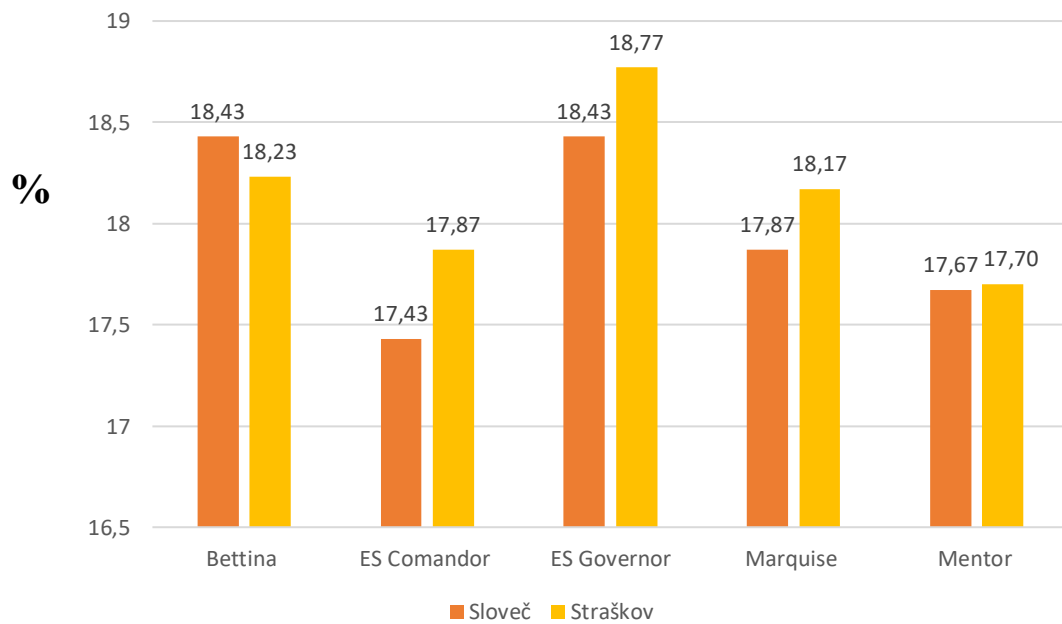
Graf 4: Průměrný obsah vlákniny v semenech za tři pěstitelská období u jednotlivých odrůd sóji



5.1.4 Obsah oleje

Obsah oleje (%) v sóji luštinaté je znázorněn v grafu č. 5 a pohyboval se v rozmezí od 17,43 do 18,77 %, také zde byly zaznamenány rozdíly mezi lokalitami. V lokalitě Straškov dosahovala vyšší naměřené hodnoty odrůda ES Governor a to 18,77 %. V lokalitě Sloveč dosahovala shodně naměřené hodnoty odrůda Bettina (18,43 %) a ES Governor (18,43 %).

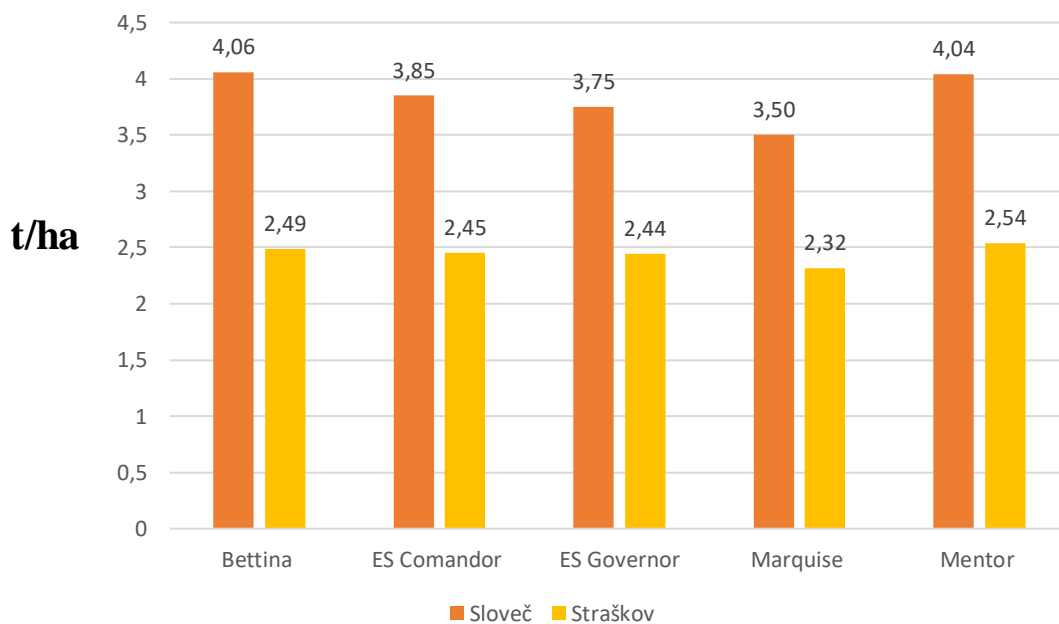
Graf 5: Průměrný obsah oleje v semenech za tři pěstitelská období u jednotlivých odrůd sóji



5.1.5 Výnos semene

Co se týče výnosu semen (t/ha), výsledky v grafu č. 6 ukázaly, že výnos semen se pohyboval v rozmezí od 2,32 t/ha do 4,06 t/ha a byly zaznamenány rozdíly mezi lokalitami. U všech sledovaných odrůd byl výnos semen vyšší v lokalitě Sloveč. Nejvyšší výnos byl zaznamenán u odrůdy Bettina v lokalitě Sloveč a to 4,06 t/ha.

Graf 6: Průměrný výnos semene za tři pěstitelská období u jednotlivých odrůd sóji



5.1.6 Porovnání lokalit

V tabulce č. 6 je uvedeno statistické srovnání mezi půdně klimatickými lokalitami Straškov (Litoměřicko) a Sloveč (Nymbursko) v souvislosti s jednotlivými kvalitativními parametry produkce sóji luštinaté. Tabulka prezentuje rozdíly mezi oblastmi z hlediska statistického hodnocení.

Tabulka 6: Výsledky statistického hodnocení půdně klimatických lokalit Straškov a Sloveč za tři pěstitelská období

parametr	Straškov	Sloveč	MSD	N
HTS (g)	165.53	190.03	1.2849	60
	B	A		
obsah proteinů (%)	35.02	35.70	0.2598	60
	B	A		
obsah vlákniny (%)	4.97	4.82	0.0506	60
	A	B		
obsah oleje (%)	18.13	17.95	0.1549	60
	A	B		
výnos semene (t/ha)	2.45	3.84	0.0404	60
	B	A		

N – počet pozorování, MSD – minimální průkazná diference, lokality – Straškov a Sloveč, sledovaný parametr. Hodnoty se stejnými písmeny nejsou průkazně odlišné.

Tabulka č. 6 ukazuje výsledky statistického vyhodnocení pro lokality Straškov a Sloveč. Výsledky ukazují, že existuje statisticky významný rozdíl ve všech kvalitativních parametrech produkce sóji – HTS, obsahu proteinů, obsahu vlákniny, obsahu oleje i výnosu semene, mezi lokalitami Straškov a Sloveč za tři pěstitelská období.

5.2 Zhodnocení odrůd sóji

Níže jsou uvedeny výsledky statistického hodnocení vlivu půdně klimatických lokalit na kvalitativní parametry produkce vybraných odrůd sóji. Hodnoty jsou prezentovány v tabulkách pro tři pěstitelská období, 2020, 2021 a 2022, pro dvě lokality: Straškov (Litoměřicko) a Sloveč (Nymbursko). Hodnocení bylo provedeno pro následující odrůdy:

- Bettina
- ES Comandor
- ES Governor
- Marquise
- Mentor.

5.2.1 Odrůda Bettina

Tabulka 7: Výsledky statistické zpracování odrůdy Bettina za tři pěstitelská období

Bettina	Straškov	Sloveč	MSD	N
HTS (g)	170.13	188.59	3.0783	12
	B	A		
obsah proteinů (%)	34.20	34.23	0.5958	12
	A	A		
obsah vlákniny (%)	5.07	4.93	0.0874	12
	A	B		
obsah oleje (%)	18.24	18.41	0.3184	12
	A	A		
výnos semene (t/ha)	2.49	4.06	0.0571	12
	B	A		

N – počet pozorování, MSD – minimální průkazná diference, lokality – Straškov a Sloveč, odrůda Bettina. Hodnoty se stejnými písmeny nejsou průkazně odlišné.

Z tabulky č. 7 statistickým vyhodnocením vyplývá, že pro odrůdu Bettina existuje statisticky významný rozdíl v kvalitativních parametrech produkce sóji, jako je hmotnost tisíce semen, obsah vlákniny a výnos semene, mezi lokalitami Straškov a Sloveč. Výsledky v oblasti obsahu proteinů a oleje nejsou průkazně odlišné mezi oběma lokalitami.

5.2.2 Odrůda ES Comandor

Tabulka 8: Výsledky statistické zpracování odrůdy ES Comandor za tři pěstitelská období

ES Comandor	Straškov	Sloveč	MSD	N
HTS (g)	160.29	194.93	3.0077	12
	B	A		
obsah proteinů (%)	34.70	36.44	0.6106	12
	B	A		
obsah vlákniny (%)	5.06	4.83	0.0910	12
	A	B		
obsah oleje (%)	17.82	17.42	0.4987	12
	A	A		
výnos semene (t/ha)	2.45	3.85	0.0547	12
	B	A		

N – počet pozorování, MSD – minimální průkazná diference, lokality – Straškov a Sloveč, odrůda ES Comandor. Hodnoty se stejnými písmeny nejsou průkazně odlišné.

Tabulka č. 8 prezentuje statistickou analýzu pro odrůdu ES Comandor. Lze vyvodit, že existuje signifikantní rozdíl v kvalitativních parametrech produkce sóji – HTS, obsahu proteinů, obsahu vlákniny a výnosu semene – mezi lokalitami Straškov a Sloveč. Pouze u jednoho parametru – obsahu oleje, nebylo zjištěno významné rozdíly mezi zmíněnými lokalitami.

5.2.3 Odrůda ES Governor

Tabulka 9: Výsledky statistické zpracování odrůdy ES Governor za tři pěstitelská období

ES Governor	Straškov	Sloveč	MSD	N
HTS (g)	155.47	174.95	2.8285	12
	B	A		
obsah proteinů (%)	34.77	35.00	0.6163	12
	A	A		
obsah vlákniny (%)	4.88	4.87	0.2024	12
	A	A		
obsah oleje (%)	18.73	18.41	0.3539	12
	A	A		
výnos semene (t/ha)	2.44	3.75	0.1823	12
	B	A		

N – počet pozorování, MSD – minimální průkazná diference, lokality – Straškov a Sloveč, odrůda ES Governor. Hodnoty se stejnými písmeny nejsou průkazně odlišné.

Výsledky statistického hodnocení pro odrůdu ES Governor jsou uvedeny v tabulce č. 9. Z této tabulky je patrné, že existuje významný rozdíl v kvalitativních parametrech produkce sóji – HTS a výnosu semene mezi lokalitami Straškov a Sloveč. Na druhé straně, kvalitativní parametry, jako jsou obsahy proteinů, vlákniny a oleje, nevykazují statisticky významné rozdíly mezi zmíněnými lokalitami.

5.2.4 Odrůda Marquise

Tabulka 10: Výsledky statistické zpracování odrůdy Marquise za tři pěstitelská období

Marquise	Straškov	Sloveč	MSD	N
HTS (g)	166.70	192.93	3.0706	12
	B	A		
obsah proteinů (%)	35.61	36.16	0.6233	12
	A	A		
obsah vlákniny (%)	4.94	4.76	0.0848	12
	A	B		
obsah oleje (%)	18.17	17.85	0.3145	12
	A	B		
výnos semene (t/ha)	2.32	3.51	0.0520	12
	B	A		

N – počet pozorování, MSD – minimální průkazná diference, lokality – Straškov a Sloveč, odrůda Marquise. Hodnoty se stejnými písmeny nejsou průkazně odlišné.

Tabulka č. 10 uvádí výsledky statistické analýzy pro odrůdu Marquise. Z hodnocení vyplývá, že existuje signifikantní rozdíl v kvalitativních parametrech produkce sóji – HTS, obsahu vlákniny, obsahu oleje a výnosu semene, mezi lokalitami Straškov a Sloveč. Pouze u kvalitativního parametru – obsahu proteinů, nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi zmíněnými lokalitami.

5.2.5 Odrůda Mentor

Tabulka 11: Výsledky statistické zpracování odrůdy Mentor za tři pěstitelská období

Mentor	Straškov	Sloveč	MSD	N
HTS (g)	175.04	198.75	3.1939	12
	B	A		
obsah proteinů (%)	35.82	36.67	0.6246	12
	B	A		
obsah vlákniny (%)	4.93	4.73	0.0874	12
	A	B		
obsah oleje (%)	17.70	17.65	0.3108	12
	A	A		
výnos semene (t/ha)	2.54	4.04	0.0587	12
	B	A		

N – počet pozorování, MSD – minimální průkazná diference, lokality – Straškov a Sloveč, odrůda Mentor. Hodnoty se stejnými písmeny nejsou průkazně odlišné.

V tabulce č. 11 lze pozorovat výsledky statistického vyhodnocení pro odrůdu Mentor. Výsledky ukazují, že existuje významný rozdíl v kvalitativních parametrech produkce sóji – HTS, obsahu proteinů, obsahu vlákniny a výnosu semene, mezi lokalitami Straškov a Sloveč. Pouze u kvalitativního parametru – obsahu oleje, nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi zmíněnými lokalitami.

6 Diskuze

6.1 Vliv půdně klimatických podmínek ve světě

Zejména studie prováděné v Číně naznačují, že klimatické podmínky mají významný vliv na výnos a kvalitu sójových bobů. Zvyšování teploty a snižování srážek způsobuje nižší výnos a horší kvalitu sójových bobů. Například v oblastech severovýchodní Číny, které jsou v posledních letech postiženy suchem, došlo ke zhoršení kvality sójových bobů v důsledku snížení vlhkosti půdy. Kromě toho mohou být sójové plodiny také ovlivněny extrémními podnebními jevy, jako jsou bouře a povodně. Výzkum ukazuje, že používání vhodných odrůd sóji, které jsou odolné vůči klimatickým změnám a mají vyšší tolerance k suchu, může pomoci zlepšit výnos a kvalitu sójových plodin v různých oblastech (Li et al. 2019).

Studie publikovaná v *Agronomy* v roce 2020 s názvem "Climate change and soybean production: Impacts on yield, nutrient uptake, and quality" se zaměřuje na vliv změny klimatu na produkci sóji a její kvalitu. Výzkumníci provedli studii na poli v oblasti Illinois v USA v průběhu tří sezón od roku 2016 do roku 2018.

Byly sledovány tři různé podmínky: normální klima, zvýšená teplota a nedostatek srážek. Výsledky ukázaly, že změna klimatu může mít negativní dopad na produkci sóji. Při zvýšené teplotě se v průměru snížila produkce zrn o 8,6 %, při nedostatku srážek o 17,8 %. Kromě toho byla také pozorována nižší kvalita sójových zrn. Výzkumníci také zjistili, že změna klimatu ovlivňuje vstřebávání živin rostlinou. Při zvýšené teplotě bylo pozorováno nižší vstřebávání dusíku a draslíku. Při nedostatku srážek bylo pozorováno nižší vstřebávání dusíku, draslíku a fosforu. Z těchto výsledků lze tedy vyvodit, že změna klimatu a různé půdně klimatické podmínky mohou mít značný vliv na produkci sóji a její kvalitu (Zaidi et al. 2020).

Studie publikovaná v *Journal of Food Science and Technology* v roce 2019 s názvem "Effects of soil types on the nutritional and phytochemical compositions of soybean varieties" se zaměřuje na vliv různých druhů půdy na nutriční a fytochemické složení různých odrůd sóji. Výzkumníci provedli studii na 6 různých odrůdách sóji, které byly pěstovány na 3 různých typech půdy (hlinitá, písčítá a rašelinová) v průběhu dvou sezón.

Byly provedeny analýzy na stanovení obsahu bílkovin, tuků, minerálů a fytochemických látek v sójových zrnech. Výsledky ukázaly, že různé druhy půdy mají vliv na nutriční a fytochemické složení sójových zrn. Například na písčité půdě bylo pozorováno vyšší množství bílkovin a minerálů, jako je železo, zinek a měď, zatímco na rašelinové půdě bylo pozorováno vyšší množství tuku a některých fytochemických látek, jako jsou izoflavony a fenolické sloučeniny. Mezi jednotlivými odrůdami sóji byly také pozorovány rozdíly v nutričním a

fytochemickém složení. Například odrůda Black Jet měla vyšší obsah bílkovin a minerálů na rašelinové půdě, zatímco odrůda JS 335 měla vyšší obsah tuku a fytochemických látek na písčité půdě. Tato studie ukazuje, že různé druhy půdy a odrůdy sóji mají vliv na nutriční a fytochemické složení sójových zrn. Tyto informace mohou být užitečné pro výběr odrůd a optimalizaci pěstování sóji pro zajištění požadovaného nutričního a fytochemického složení (Choudhary et al. 2019).

Studie publikovaná v *Advances in Plants & Agriculture Research* v roce 2018 s názvem "Soil moisture stress mitigating strategies for improving soybean productivity and quality under climate change scenario" se zaměřuje na strategie snižující účinky sucha na produkci a kvalitu sóji v souvislosti se změnou klimatu. Výzkumníci zkoumali účinky různých strategií snižování sucha na produkci a kvalitu sóji na polích v Indii během dvou sezón. Byly testovány strategie jako zavlažování kapáním, mulčování, použití různých druhů hnojiv a aplikace různých rostlinných hormonů.

Výsledky ukázaly, že použití strategií pro snižování účinků sucha může zvýšit produkci a kvalitu sóji. Zavlažování kapáním vedlo k významnému zvýšení produkce sóji o 26-32 %, zatímco použití mulčování vedlo k nárůstu produkce o 21-25 %. Použití hnojiv s vysokým obsahem dusíku vedlo ke zvýšení produkce sóji o 17-22 %. Použití rostlinných hormonů vedlo ke zvýšení obsahu bílkovin v sójových zrnech o 14-19 %. Tato studie ukazuje, že použití strategií pro snižování účinků sucha může zlepšit produkci a kvalitu sóji, což je důležité pro udržitelnou produkci této důležité plodiny v souvislosti se změnou klimatu (Singh et al. 2018).

6.2 Vliv půdně klimatických podmínek v České republice

Výsledky sklizně sóji luštinaté (*Glycine max*) ukázaly, že v oblasti Sloveč byly dosaženy vyšší výnosy semen (t/ha) u všech zkoumaných odrůd sóji v porovnání s lokalitou Straškov. Konkrétně se hodnoty výnosů semen ve Sloveči pohybovaly v rozmezí od 3,50 do 4,06 t/ha, zatímco v lokalitě Straškov byly výnosy menší a pohybovaly se v rozmezí od 2,32 do 2,54 t/ha, jak je možné vidět v grafu č. 6. Dále bylo zjištěno, že v lokalitě Sloveč byly u všech zkoumaných odrůd sóji naměřeny vyšší hodnoty hmotnosti tisíce semen (g) v rozmezí od 174,96 g do 198,75 g, zatímco v lokalitě Straškov byly hodnoty vždy nižší a pohybovaly se v rozmezí od 155,47 g do 175,04 g, jak ukazuje graf č. 2.

Slavík et al. (2014) ve své studii zhodnotil vliv různých půdních a klimatických podmínek na kvalitu sóji luštinaté (*Glycine max*). Výzkum byl prováděn v období 2009-2011 na třech různých místech v České republice: ve Vestci, Podivíně a Humpolci. Byly zkoumány

následující parametry sóji luštinaté: obsah suché hmoty, obsah oleje, obsah bílkovin, hmotnost tisíce semen a výnos semen.

Výsledky ukázaly, že nejvyšší výnos semen byl dosažen v Humpolci, kde bylo sklizeno průměrně 3,32 t/ha. Ve Vestci a Podivíně byl výnos semen nižší, konkrétně 2,96 t/ha a 2,67 t/ha. Hmotnost tisíce semen se lišila mezi místy a pohybovala se v rozmezí od 153,9 g v Podivíně po 177,8 g v Humpolci.

Co se týče kvalitativních parametrů, byl pozorován významný vliv místních podmínek na obsah bílkovin. Nejvyšší obsah bílkovin (průměrně 42,5 %) byl nalezen v sóji luštinaté pěstované ve Vestci, kde jsou půdní a klimatické podmínky vhodné pro pěstování této plodiny. Naopak v Humpolci byl nejnižší obsah bílkovin (průměrně 39,5 %). Obsah oleje byl v rozmezí 18,9 až 21,2 % a nebyly zaznamenány významné rozdíly mezi místy.

Celkově lze tedy konstatovat, že různé půdní a klimatické podmínky mají významný vliv na výnos a kvalitativní parametry sóji luštinaté. Výsledky této studie mohou být užitečné pro zlepšení agrotechnických postupů a výběru nejvhodnějšího místa pro pěstování této plodiny (Slavík et al. 2014).

Laboratorní měření kvalitativních parametrů semen sóji pomocí NIR spektrofotometru prokázalo, že v průměru byl obsah bílkovin (%) u všech sledovaných odrůd sóji v půdně klimatické oblasti Sloveč vyšší. Konkrétně se hodnoty obsahu bílkovin v lokalitě Sloveč pohybovaly v rozmezí od 34,27 % do 36,70 %. Na druhé straně v půdně klimatické oblasti Straškov byly naměřeny v průměru vždy nižší hodnoty obsahu bílkovin, které se pohybovaly v rozmezí od 34,17 % do 35,83 %, jak ukazuje graf č. 3. Vzhledem k obsahu vlákniny (%) bylo zjištěno, že průměrně vyšší hodnoty byly naměřeny v půdně klimatické oblasti Straškov. Konkrétně se naměřené hodnoty vlákniny v lokalitě Straškov pohybovaly v rozmezí od 4,87 % do 5,03 %. Na druhé straně, v půdně klimatické oblasti Sloveč byly naměřeny průměrně nižší hodnoty vlákniny, které se pohybovaly v rozmezí od 4,73 % do 4,93 %, jak ilustruje graf č. 4.

Tomášek et al. (2015) posuzoval vliv půdních a klimatických podmínek na obsah bílkovin a vlákniny v sóji luštinaté. Výzkum byl prováděn na šesti různých místech v České republice v letech 2010 až 2012. Byly zkoumány následující parametry sóji luštinaté: obsah bílkovin, obsah vlákniny, výnos semen, obsah dusíku a pH půdy.

Výsledky ukázaly, že výnos semen se pohyboval v rozmezí od 2,7 do 4,6 t/ha a nebyly zaznamenány žádné významné rozdíly mezi místy. Hmotnost tisíce semen se pohybovala v rozmezí od 126,1 do 153,5 g.

Obsah bílkovin se významně lišil mezi jednotlivými místy a pohyboval se od 37,5 % v Lutíně po 45,2 % v Bílině. Vliv půdy a klimatu na obsah bílkovin byl významnější než na obsah

vlákniny, který se pohyboval v rozmezí od 18,7 % do 21,8 %. Zjistilo se, že pH půdy mělo vliv na obsah bílkovin – v kyselých půdách byl vyšší obsah bílkovin než v neutrálních nebo alkalických půdách.

Výsledky této studie ukázaly, že různé půdní a klimatické podmínky mají významný vliv na kvalitativní parametry sóji luštinaté. Výsledky této studie mohou být užitečné pro optimalizaci agrotechnických postupů a pro výběr vhodného místa pro pěstování této plodiny, zejména vzhledem k vysokému obsahu bílkovin v sóji luštinaté, který je důležitý pro výživu zvířat i lidí (Tomášek et al. 2015).

Laboratorní měření kvalitativních parametrů semen sóji pomocí NIR spektrofotometru prokázalo, že obsah oleje (%) se lišil v závislosti na půdně klimatické lokalitě a odrůdě sóji. Konkrétně byly naměřeny hodnoty obsahu oleje v lokalitě Sloveč v rozmezí od 17,43 % do 18,43 %. Na druhé straně, v lokalitě Straškov se tyto hodnoty pohybovaly v rozmezí od 17,70 % do 18,77 %, jak ilustruje graf č. 5.

Smutný et al. (2019) zkoumal vliv různých půdních a klimatických podmínek na výnos semene, hmotnost tisíce semen a obsah oleje u sóji luštinaté. Experiment byl proveden na třech různých místech v České republice během vegetačního období v letech 2016 a 2017. Byly zkoumány následující parametry sóji luštinaté: výnos semen, hmotnost tisíce semen, obsah oleje, obsah dusíku a pH půdy.

Výsledky ukázaly, že výnos semen se pohyboval v rozmezí od 2,95 do 4,55 t/ha a nebyly zaznamenány žádné významné rozdíly mezi místy. Hmotnost tisíce semen se pohybovala v rozmezí od 121,7 do 147,5 g.

Obsah oleje v sóji luštinaté se pohyboval v rozmezí od 17,1 % do 20,7 % a také byly zaznamenány rozdíly mezi místy. Nejvyšší obsah oleje byl zaznamenán v Hradci Králové. Zjistilo se, že pH půdy a obsah dusíku v půdě měly vliv na obsah oleje – v kyselých půdách s vysokým obsahem dusíku byl nižší obsah oleje (Smutný et al. 2019).

Mašek et al. (2012) v studii uvádí, že různé půdní a klimatické podmínky mají vliv na výnos semen, hmotnost tisíce semen a obsah oleje u sóji luštinaté. Tyto výsledky mohou být užitečné pro výběr vhodného místa pro pěstování sóji luštinaté s ohledem na požadované vlastnosti plodiny a pro vývoj optimálních agrotechnických postupů pro pěstování této plodiny. Studie se zaměřuje na vliv půdních a klimatických podmínek na výnos a kvalitu sóji luštinaté. Výzkum byl proveden v letech 2009-2011 v agroklimatické oblasti Moravské Kopanice na ploše 0,5 ha na třech lokalitách se stejným druhem půdy, ale s různými klimatickými podmínkami.

Výsledky ukázaly, že klimatické podmínky měly větší vliv na výnos než půdní vlastnosti. Nejvyšší výnos byl zaznamenán na lokalitě s nejteplejším klimatem, kde bylo dosaženo výnosu 5,6 t/ha. Na lokalitě s chladnějším klimatem byl výnos nižší a dosáhl 4,9 t/ha. Na nejchladnější lokalitě byl výnos nejnižší, pouze 3,9 t/ha.

Co se týče kvality sóji luštinaté, vliv půdních a klimatických podmínek byl zjištěn pouze u obsahu vlákniny. Na nejteplejší lokalitě byl obsah vlákniny nejnižší a dosáhl 15,6 %. Na lokalitě s chladnějším klimatem byl obsah vlákniny vyšší, 16,8 %. Na nejchladnější lokalitě byl obsah vlákniny nejvyšší, dosáhl až 17,9 %.

Z těchto výsledků lze tedy vyvodit, že klimatické podmínky mají větší vliv na výnos sóji než půdní vlastnosti, ale mohou ovlivnit i některé kvalitativní parametry jako obsah vlákniny (Mašek et al. 2012).

7 Závěr

Diplomová práce s názvem „Vliv půdně klimatických podmínek na kvalitativní parametry produkce sóji“ pojednává o kulturní plodině, sóji luštinaté (*Glycine max*), která má v současné době celosvětový význam. Zejména je ceněna pro svůj vysoký obsah živin, neboť až 35 % tvoří proteiny. Je využitelná v mnoha průmyslových odvětvích, hospodářském potravinářském, ale i zpracovatelském.

Cíle práce byly stanoveny ve dvou rovinách – teoretické a praktické. První jmenovaná rovina předkládá souhrn teoretických informací o vybrané tématice, zatímco praktická část analyzuje kvalitativní složení sklizených semen vybraných odrůd sóji, a to ve dvou lokalitách (Sloveč a Straškov) během let 2020, 2021 a 2022. Analýza se konkrétně věnuje pěti vybraným odrůdám sóji, Bettina, ES Comandor, ES Governor, Marquise a Mentor, přičemž využívá dat z laboratorních pokusů realizovaných v laboratořích na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze s pomocí NIR spektrofotometru. Využitá data byla zpracována statistickým programem a následně zhodnoceny dvě stanovené hypotézy:

- 1. hypotéza: „*Půdně klimatické podmínky nemají vliv na kvalitativní parametry semen sóji.*“
- 2. hypotéza: „*Výběr odrůdy sóji nemá vliv na kvalitativní parametry semen sóji v rámci stejných půdně klimatických podmínek.*“

U první hypotézy bylo v laboratorním experimentu prokázáno, že půdně klimatické podmínky mají vliv na všechny sledované kvalitativní parametry semen sóji a tento vliv je statisticky významný. Z výsledků lze vyvodit, že půdně-klimatické podmínky nejvýrazněji ovlivňují hmotnost tisíce semen (HTS) a výnos semen, zatímco menší vliv mají na obsah proteinů a obsah oleje v semenech sóji.

U druhé hypotézy bylo laboratorním experimentem prokázáno, že výběr odrůdy sóji má vliv na kvalitativní parametry semen sóji v rámci stejných půdně klimatických podmínek, ale ne vždy je statisticky průkazný. Statisticky průkazný rozdíl můžeme u všech odrůd sledovat u kvalitativních parametrů semen sóji – hmotnost tisíce semen (HTS) a výnosu semene, obsah vlákniny je na tom velmi podobně a jediný statisticky neprůkazný rozdíl je u odrůdy ES

Governor. Obsah proteinů se statisticky liší u odrůdy ES Comandor a Mentor. Obsah oleje se statisticky významně neliší u 4 z 5 vybraných odrůd, pouze u odrůdy Marquise.

V druhé hypotéze byla provedena laboratorní studie, která zkoumala vliv výběru odrůdy sóji na kvalitativní parametry semen sóji v rámci stejných půdně klimatických podmínek. Půdně klimatické podmínky Straškov (v oblasti Litoměřicka) a Sloveč (v oblasti Nymburska) jsou v tomto pokusu vnímány, jako stejné v rámci České republiky. Výsledky ukázaly, že přestože rozdíly nejsou vždy statisticky průkazné, výběr odrůdy má vliv na kvalitativní parametry semen sóji. Statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny u všech sledovaných odrůd pro hmotnost tisíce semen (HTS) a výnos semen. U obsahu vlákniny byly rozdíly průkazné u všech odrůd a pouze u odrůdy ES Governor nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl. U obsahu proteinů byly statisticky významné rozdíly u odrůd ES Comandor a Mentor. U obsahu oleje se statisticky významně neliší 4 z 5 vybraných odrůd, rozdíl pozorujeme pouze u odrůdy Marquise.

Stanovisko k hypotézám:

Hypotéza č. 1:

„Půdně klimatické podmínky nemají vliv na kvalitativní parametry semen sóji.“

- **Tato hypotéza byla vyvrácena:**
- Výsledky experimentu naznačují, že různé podmínky půdy a klimatu vykazují statisticky významný rozdíl ve všech sledovaných parametrech produkce sóji.
- Lokality Straškov (v oblasti Litoměřicka) a Sloveč (v oblasti Nymburska) se vzájemně statisticky odlišují v každém sledovaném kvalitativním parametru produkce sóji.
- Ze statistického zhodnocení lze konstatovat, že půdně klimatické podmínky mají vliv na kvalitativní parametry semen sóji.

Hypotéza č. 2:

„Výběr odrůdy sóji nemá vliv na kvalitativní parametry semen sóji v rámci stejných půdně klimatických podmínek.“

- **Tato hypotéza byla vyvrácena:**
- Výběr odrůdy sóji má vliv na kvalitativní parametry semen sóji v rámci stejných půdně klimatických podmínek.
- Vyhodnocení experimentu v příložené tabulce č. 12:

Tabulka 12: Výsledky statistického zpracování k hypotéze č. 2

parametr	Bettina		ES Comandor		ES Governor		Marquise		Mentor	
	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.
HTS (g)	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
Obsah proteinů (%)	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.
	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A
obsah vlákniny (%)	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.
	A	B	A	B	A	A	A	B	A	B
obsah oleje (%)	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.
	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A
výnos semene (t/ha)	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.	Slo.	Str.
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A

Sledované parametry, odrůdy: Bettina, ES Comandor, ES Governor, Marquise, Mentor, lokality: Slo. – Sloveč, Str. – Straškov. Stejná písmena nejsou průkazně odlišná. Číselné hodnoty nejsou v tabulce uvedeny, vycházejí z hodnot v uváděných tabulkách č. 7-11.

Z výsledků statistického hodnocení a tabulky č. 12 lze vyvodit následující závěry:

- Všechny sledované odrůdy sóji vykazují statisticky významný rozdíl v kvalitativním parametru (HTS (g)) a výnosu (t/ha).

- Statisticky významný rozdíl v obsahu oleje (%) byl zjištěn pouze u odrůdy Marquise, zatímco u ostatních sledovaných odrůd nebyl prokázán žádný významný rozdíl.
- Pouze u odrůdy ES Governor nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v obsahu vlákniny, zatímco u ostatních sledovaných odrůd byl prokázán významný rozdíl.
- V obsahu proteinů byly zjištěny rozdíly u dvou sledovaných odrůd, zatímco u tří dalších odrůd nebyl pozorován žádný významný statistický rozdíl.
- Na základě výsledků lze konstatovat, že existují prokazatelné statistické rozdíly mezi sledovanými odrůdami sóji, a to i při stejných půdně klimatických podmínkách.

8 Literatura

Abbas MST. 2018. Genetically engineered (modified) crops (*Bacillus thuringiensis* crops) and the world controversy on their safety. *Egypt J Biol Pest Control* **28**: 1–12.

Agrofinal.cz. 2023. ES COMMANDOR – Agrofinal. Available from <https://www.agrofinal.cz/produkt/es-comandor/> (accessed February 2023).

Barker W, Sawyer JE. 2005. Nitrogen Application to Soybean at Early Reproductive Development. *Agronomy Journal* **97**: 615-619.

Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. 2009. Investigation of yeast performances in the fermentation of beet and cane molasses to ethanol production, *Food Chemistry* 4th revised and extended Edition, Springer.

Bellaloui N, Bruns HA, Abbas HK, Mengistu A, Fisher DK, Reddy KN. 2015. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Front. Plant Science* **6**: 31.

Biel W, Gaweda D, Jaroszewska A, Hury G. 2018. Content of minerals in soybean seeds as influenced by farming system, variety and row spacing. *Journal of Elementology* **23**: 863-873.

Biswas G. 2013. Insect pests of soybean (*Glycine Max* L.), their nature of damage and succession with the crop stages. *Journal of the Asiatic Society of Bangladesh, Science* **39**: 1-8.

Board JE, Harville BG. 1992. Explanations for greater light interception in narrow- vs. wide-row. *Crop Science* **32**: 198–202.

Brink M, Belay G. 2006. Cereals and pulses: Plant Resources of Tropical Africa 1. PROTA Foundation, Wagenigen.

Carciochi WD, Schwalbert R, Andrade FH, Corassa GM, Carte P, Gaspar AP, Schmidt J, Ciampiti IA. 2019. Soybean Seed Yield Response to Plant Density by Yield Environment in North America. *Agronomy Journal* **111**: 1923-1932.

Couch C. 2000. Stop the stress. *The furrow* **7**: 23-24.

Flohrová A. 2001. Význam luskovin v současných pěstitelských systémech = Importance of legumes in current growing systems: (studijní zpráva). Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Gibson L, Mullen RE. 2001. Mineral concentrations in soybean seed produced under high day and night temperature. *Canadian Journal of Plant Science* **81**: 595-600.

Goldflus F, Ceccantini M, Santos W. 2006. Amino acid content of soybean Samples collected in different Brazilian states – harvest 2003/2004. *Brazilian Journal of Poultry Science* **8**: 105-111.

Güzeler N, Özbek C. 2016. The Utilization and Processing of Soybean and Soybean Products. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University* **30**: 546–553.

Hartman GL, West ED, Herman T. 2011. Crops that feed the World 2. Soybean – worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. *Food Security* **3**: 5-17.

Hellal FA, Abdelhamid MT. 2013. Nutrient management practices for enhancing soybean (*Glycine max L.*) production. *Acta Biológica Colombiana* **18**: 239–250.

Houba M, Hochman M, Hosnedl V. 2009. Luskoviny pěstování a užití. Kurent, České Budějovice.

Houba M, Hýbl M, Bubeník J, Ponížil A. 2011. Metodika pěstování sóji luštinaté: Certifikovaná metodika. Agritec, Šumperk.

Houba M, Dostálová R. 2018. Luskoviny: charakteristika, pěstování, využití. Profi Press, Praha.

Houser P. 2004. Rostliny dlouhého a krátkého dne. Available from <https://www.scienceworld.cz/biologie/rostliny-kratkeho-a-dlouheho-dne-2596/> (accessed February 2023).

Hrabě J, Buňka F, Hoza I. 2007. Technologie výroby a potravin rostlinného původu. 1. vyd. Zlín.

Hymowitz T. 2008. The History of the Soybean. Pages 1-31 in Johnson LA, White PJ, a Galloway R, editors. Soybeans – Chemistry, Production Processing, and Utilization, OPCS Press, Chicago.

Cheon J. 2021. What is the production process for soybean? Available from https://www.tridge.com/market-guides/posts/what-is-the-production-process-for-soybean?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=intelligence_branding&utm_content=dynamicads&gclid=CjwKCAiA0JKfBhBIEiwAPhZXDzzMN83d2wN6cceWKD9D5caYhBoEH2ZaEXAOHgxfvBdPNIBcNTCDUBoCjCQQA_vD_BwE (accessed February 2023).

Choudhary AK, Singh RB, Sharma S, Singh S, Singh N, Gupta RK. 2019. Effects of soil types on the nutritional and phytochemical compositions of soybean varieties. *Journal of Food Science and Technology* **56**: 1487-1496.

Kalač P. 2003. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. Dona, České Budějovice.

Kozak M, Malarz W, Kotecki A, Černý I, Serafin-Andrzejewska M. 2008. The effect of different sowing rate and Asahi SL biostimulator on chemical composition of soybean seeds and postharvest residues. *Oilseed Crops* **29**: 217-230.

Kurasch AK, Hahn V, Leiser WL, Starck N, Würschum T. 2017. Phenotypic analysis of major agronomic traits in 1008 RILs from a diallel of early European soybean varieties. *Crop Science* **57**: 726-738.

Lahola J. 1990. *Luskoviny: pěstování a využití*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Li J, Jiang B, Chen J, Dai T, Cao W, Jiang D. 2019. Effects of climate on soybean yield and quality: A review. *The Crop Journal* **7**: 729-736.

Mandžuková J. 2005. *Léčivá síla vitaminů, minerálů a dalších látek: praktický domácí rádce*. Start, Benešov.

Mašek J, Tomášek J, Kintl A, Kovářová P. 2012. Vliv půdních a klimatických podmínek na výnos a kvalitu sóji luštinaté. *Zemědělská technika* **58**: 543-552.

Maxwell JE. 2011. *Soybeans: cultivation, uses and nutrition*. Hauppauge. Nova Science Publishers, New York.

Moravcová J. 2008. Vliv fytoestrogenů na symptomy menopauzy a rakovinu prsu. *Interní Med* **11**: 517-519.

- Muška F, Štranc P, Štranc D. 2011. Škūdci sóji luštinaté. Agromanuál **6**: 36–38.
- Nieuwenshus R, Nieuwelink J, Van Otterloo-Butler. 2005. Cultivation of soya and other legumes. Agromisa Foundation, Wageningen.
- Nutrition and you. Soybean nutrition facts. 2019. Available from <https://www.nutrition-and-you.com/soybean.html> (accessed February 2023).
- Pánek J, Pokorný J, Dostálová J. 2002. Základy výživy. Svoboda Servis, Praha.
- Podrábský M. 2002. Zvláštnosti agrotechniky a chyby při pěstování sóji Available from <https://uroda.cz/zvlastnosti-agrotechniky-a-chyby-pri-pestovani-soji/> (accessed February 2023).
- Piper EL, Boote KJ. 1999. Temperature and Cultivar Effects of Soybean Seed Oil and Protein Concentration. Journal of American Oil Chemists' Society **76**: 1233-1241.
- Ransley JJ, Donnelly J, Read N. 2001. Food and nutritional supplements: their role in health and disease. Springer, New York.
- Rotundo JL, Westgate E. 2009. Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. Field Crops Research **110**: 147-156.
- Saatbau. 2021. Bettina – Raná odrůda sóji, Saatbau. Available from <https://www.saatbau.com/cz/saatgut/soja-2/skupina-ranosti-000/bettina/> (accessed February 2023).
- Sálová M. 2003. Sójový lecitin. Available from <https://www.soja.cz/produkty/53/sojovy-lecitin.html> (accessed February 2023).
- Selgen.cz. 2022. Marguise – Selgen. Available from <https://selgen.cz/wp-content/uploads/2021/11/Katalog-jaro-2022-finalni.pdf> (accessed February 2023).
- Singh G. 2010. The soybean: botany, production and uses. ABI, Cambridge, MA.
- Singh M, Siler T. 2022. Soybean planting considerations for maximum profits Available from <https://www.canr.msu.edu/news/soybean-planting-and-time-management-considerations> (accessed February 2023).

- Singh S, Kumar V, Kumar A, Sharma S. 2018. Soil moisture stress mitigating strategies for improving soybean productivity and quality under climate change scenario. *Advances in Plants & Agriculture Research* **8**: 271-278.
- Slavík J, Psota V, Hajšlová J, Dostálek P. 2014. Vliv půdních a klimatických podmínek na kvalitu sóji luštinaté. *Chemické listy* **108**: 918-923.
- Smutný V, Hrubanová K, Šašek P, Pospíšilová L. 2019. Vliv půdních a klimatických podmínek na výnos semene, hmotnost tisíce semen a obsah oleje u sóji luštinaté. *Rostlinná výroba* **65**: 405-410.
- Sobko O, Stahl A, Hahn V, Zikeli S, Claupein W, Gruber S. 2020. Environmental Effects on Soybean (*Glycine Max* (L.) Merr) Production in Central and South Germany. *Agronomy* **10**: 1847.
- Staniak S. 2014. Sources and levels of lead in food. *Pol. J. Agron* **19**: 36-45.
- Staton M. 2020. Moisture stress and high temperature effects on soybean yields Available from https://www.canr.msu.edu/news/moisture_stress_and_high_temperature_effects_on_soybean_yields (accessed February 2023).
- Strosserová A. 2009. Spotřební koš. *Výživa a potraviny* **64**: 28.
- Sudaric A. 2020. Introductory Chapter: Soybean – Quality and Utilization. *Soybean for Human Consumption and Animal Feed*. IntechOpen, London.
- Šimon J. 1999. Pěstování sóji si u nás zaslouhuje pozornost. *Informace pro zahradnictví* **1**: 8-9.
- Štěpánek P. 2010. Polní dny sója 2010. *Agromanuál* **5**: 46-47.
- Štranc D, Štranc J, Štranc P. 2002. Zakládání porostů sóji Available from <https://uroda.cz/zakladani-porostu-soji/> (accessed February 2023).
- Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2008. Novinky v pěstování sóji a lupiny v ČR. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2012. Sója je významná plodina a komodita. In: Česká zemědělská společnost na ČZU v Praze, katedra rostlinné výroby a Ku-rent s.r.o., eds. Sója 2012: Sborník ze seminářů s mezinárodní účastí. Praha: ČZU v Praze, Katedra rostlinné výroby FAPPZ.

Štranc P, Zelený V, Markytán P. 2010. Sója luštinatá. Olejniny. Profi press, Praha.

Tomášek J, Mašek J, Kintl A, Kovářová P. 2015. Vliv půdních a klimatických podmínek na obsah proteinů a vlákniny u sóji luštinaté. *Zemědělská technika* **61**: 161-168.

Tsekhmeistruk M, Pankova O, Kolomatska V, Kobyzieva L, Artimov M, Siirivitskiy K. 2021. Influence of weather and climatic conditions on soybean yield. *Ukrainian Journal of Ecology* **11**: 11-17.

Tucker MR. 1997. Higher Soybean Yields Still Possible. *Southeast Farm Press* **24**: 31.

USDA. 2019. World Agricultural Production. In: U.S. Department of Agriculture Available from <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> (accessed February 2023).

USDA. 2021. Soybeans, mature seeds, raw. Retrieved September 24, 2021 Available from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174270/nutrients> (accessed February 2023).

Váňová M. 2009. Použití mořidel v rámci integrované ochrany při produkci kvalitního osiva. Pages 161 in: Sborník Osivo a sadba IX. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Velíšek J. 1999. *Chemie potravin 1*. Osis, Tábor.

Velíšek J, Hajšlová J. 2009. *Chemie potravin: druhý díl*. Osis, Tábor.

Vollmann J, Fritz CHN, Wagentristl H, Ruckenbauer P. 2000. Environmental and genetic variation of soybean seed protein content under Central European growing conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **80**: 1300–1306.

Vršecká J. 2019. Je sója zdravá? Jak pro koho, ovlivňuje totiž hormony Available from <https://www.euro.cz/clanky/soja-zdravi-negativni-ucinky-hormony-fytoestrogeny-menopauza-1467598/> (accessed February 2023).

Vrzáňová M. 2003. Fytoestrogeny. *Interní medicína pro praxi* **1**: 448-451.

Werteker M, Lorenz A, Johannes H, Berghofer E, Findlay CS. 2010. Environmental and Varietal Influences on the Fatty Acid Composition of Rapeseed, Soybeans and Sunflowers. *Journal of Agronomy and Crop Science* **196**: 20-27.

Wolf RB, Cavins JF, Kleiman R, Black LT. 1982. Effect of temperature on soybean seed constituents: Oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids and sugars. *J Am Oil Chem Soc* **59**: 230–232.

Yu GR, Wang QF, Zhuang J. 2004. Modeling the water use efficiency of soybean and maize plants under environmental stresses: application of a synthetic model of photosynthesis-transpiration based on stomatal behavior. *Journal of Plant Physiology* **161**: 303-318.

Zaidi P, Seifert H, Dixon CA, El-Morisi BL, Abdel-Hamid O, El-Shemy H, Mishra AK. 2020. Climate change and soybean production: Impacts on yield, nutrient uptake, and quality. *Agronomy* **10**: 1-19.

Zemánková M. 1991. *Sója v naší kuchyni*. Avicenum, Praha.