

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE**

*ING. ZUZANA JELÍNKOVÁ*

**ČESKÉ BUDĚJOVICE  
2018**

## **Autoreferát disertační práce**

**Doktorand:**           **Ing. Zuzana Jelínková**

**Studijní program:**   Fytotechnika

**Studijní obor:**       Speciální produkce rostlinná

**Název práce:**       Environmentální aspekty produkce  
potravin

**Školitel:**             prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

**Oponenti:**            doc. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D.,  
VŠCHT Praha

                              doc. RNDr. Pavel Cudlín, CSc.,  
Czech Globe

                              doc. Ing. Dr. Milada Šťastná,  
MLZU Brno

Obhajoba disertační práce se koná dne ..... v .....hod.  
v místnosti vědecké rady ZF JU v Českých Budějovicích.

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení  
Zemědělské fakulty JU v Českých Budějovicích.

doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.  
předseda oborové rady  
speciální produkce rostlinná  
ZF JU v Českých Budějovicích

## **Abstrakt**

Disertační práce se zabývá vyhodnocením environmentálních dopadů vybraných potravin rostlinného původu. Hlavním cílem práce bylo provést komparativní studie produktů z několika hledisek, která představují způsob zemědělské produkce, regionalitu či způsob zpracování. Výsledky byly vypracovány pomocí metody LCA (Life Cycle Assessment) představující hodnocení životního cyklu. K výpočtům posloužil specializovaný software SIMA Pro s využitím jeho integrovaného charakterizačního modelu CML. Výsledky potvrdily důležitost volby vhodné funkční jednotky. V hodnocení zemědělských surovin byl zátěžovým místem (hotspot) stanoven u konvenčních produktů proces hnojení, a to především dusíkatých hnojiv, u ekologických produktů proces agrotechnických operací. Z nich se environmentálně nejproblematictější jeví systém zavlažování jak v konvenční, tak v ekologické produkci. Z hlediska finálních potravin představuje zátěžové místo především stupeň zpracování a v případě ekologických variant produktů jejich transport, který je v podmínkách České republiky díky malé hustotě

zpracovatelských kapacit příliš dlouhý. Provedené studie neprošly kritickým přezkoumáním druhou stranou a z tohoto důvodu je norma zakazuje prezentovat veřejnosti, nicméně mohou posloužit jako základ dalších studií či jako podkladový materiál pro tvorbu koncepcí a strategií udržitelné produkce a spotřeby potravin.

# 1. Úvod a cíle práce

Potraviny představují jeden ze základních požadavků lidské existence, který nelze nijak nahradit či dematerializovat. S rostoucí populací se předpokládá nárůst po jejich poptávce a s tím související tlak na rozšiřování zemědělských ploch a intenzifikaci stávajících produkčních systémů. Zemědělství stejně jako každá antropogenní činnost ovlivňuje životní prostředí a způsobuje celou řadu environmentálních dopadů, které působí na komplex biosféry, atmosféry, pedosféry i hydrosféry. Stejně se dá říci o následném zpracování v rámci potravinářského průmyslu a logistice ke spotřebiteli. Udržitelnost produkce potravin se do budoucna stává velmi významným tématem zejména pak v kontextu Sustainable Product Policy EU. Hlavním cílem této politiky je zajistit přístup a kvalitu potravin pro budoucí generace při zachování minimálně současného objemu a kvality. Chceme-li toho dosáhnout, je nutné určit kritická místa stávajícího systému a navrhnout vhodná optimalizační opatření, která musí vést ke snížení negativních dopadů na životní prostředí.

K tomu je ovšem nutné umět systémy dostatečně poznat a identifikovat jejich komplexní dopady. Do současné doby byla vyvinuta celá řada metod a postupů, jak efektivně určit dopad v dané oblasti, ale jen velmi málo metod zahrnuje požadovanou komplexitu. Jeden z nejlepších přístupů kvantifikace představuje přístup hodnocení životního cyklu (Life Cycle Assessment). Jeho podstatným rysem je, že hodnotí celý životní cyklus a jeho dopady na všechny složky prostředí, díky čemuž zabraňuje přenášení environmentální zátěže z jedné oblasti do oblasti druhé, ať je jedná o složku prostředí či část životního cyklu produktu. Předkládaná práce využívá této metody a snaží se pomocí komparativních studií zhodnotit vybrané potraviny rostlinného původu z hlediska systému jejich produkce, z hlediska stupně zpracování a z hlediska regionality. Zjištěné závěry poukazují na kritická místa produkce potravin a navrhuji možná řešení.

Cílem disertační práce bylo vyhodnotit environmentální dopady produkce nejvíce využívaných potravin rostlinného původu z konvenčního a z

ekologického zemědělství, a nalézt možnosti redukce nepříznivých dopadů na životní prostředí. Dílčí cíle práce byly definovány takto:

1) Porovnat environmentální dopady produkce potravin pocházejících z ekologického a z konvenčního způsobu zemědělského hospodaření.

2) Porovnat environmentální dopady lokálních potravin s potravinami dováženými.

3) Porovnat environmentální dopady zpracovaných potravin (polotovary) s potravinami nezpracovanými.

Další otázky se týkaly toho, jaký podíl z celkového životního cyklu produktu tvoří jednotlivé procesy, jimiž jsou zemědělství (pěstování rostlin), transport a zpracování.

Na základě dílčích cílů práce byly stanoveny tyto tři základní hypotézy:

Hypotéza 1: Ekologické zemědělství je environmentálně šetrnější než konvenční zemědělství.

Hypotéza 2: Lokální potraviny jsou environmentálně šetrnější než dovážené potraviny.

Hypotéza 3: Nezpracované potraviny jsou environmentálně šetrnější než potraviny zpracované.



## **2. Metodika**

Výběr potravin proběhl na základě statistických údajů spotřeby potravin v České republice pro rok 2014 (ČSÚ, 2015). Z nich bylo vybráno 14 nejvíce konzumovaných potravin, jejichž základem je zemědělská plodina, pro kterou je možné v podmínkách České republiky zjistit relevantní data o způsobu produkce. Pro vybrané potraviny byly zpracovány LCA studie v souladu s příslušnými normami v následujících krocích.

### **2.1 Definice cílů a rozsahu**

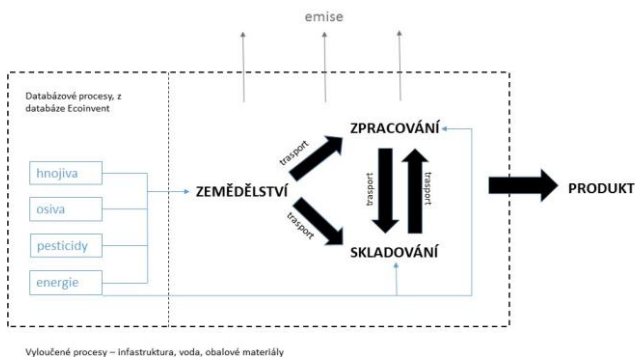
Pro všechny vybrané potraviny byla provedena komparativní studie atribučního typu založená na srovnání odlišných systémů zemědělské produkce (konvenční či ekologická), srovnání polotovarů s nezpracovaným produktem – v případě disertační práce se jednalo o bramborové produkty (surové brambory, loupané brambory, bramborová kaše a hranolky) a srovnání lokálních produktů s produkty dováženými.

### **Funkce a funkční jednotka**

Pro porovnání zemědělského systému byly z hlediska objektivity definovány funkčními jednotkami plocha - 1 hektar a množství produkce - 1 kg. Pro finální potraviny byl funkční jednotkou stanoven 1 kg produktu.

### Hranice systému

Pro veškeré zpracované studie byl zvolen rámec pro typ „Cradle to Gate. Obecný rámec všech prováděných studií je znázorněn v obrázku 1.



**Obrázek 1:** Rámec pro rostlinnou zemědělskou studii LCA

### Alokační principy

Alokace nebyla v práci použita.

### Kvalita dat

V práci byla využita jak primární data (přímé informace od zemědělců, výrobců a dopravců), tak sekundární data (literatura, normativy, expertní odhady). Geograficky, časově a technologicky byla primární data určena jako specificky česká, z let 2011-2016, vyznačující se využitím průměrných technologií.

### **322 Inventarizační analýza**

V souladu s rámcem studie byl pro každý produkt vytvořen inventarizační seznam, skládající se z definovaných vstupů a výstupů.

### **2.3 Posuzování dopadů**

K posouzení dopadů byl použit specializovaný software SimaPro v. 7.3.2. Pro vyhodnocení výsledků práce byla na základě charakteru agropotravinářských studií a požadovaných výstupů zvolena metoda CML 2 baseline 2001, zobrazující výsledky pomocí 10 midpointových dopadových kategorií.

### **2.4 Interpretace**

Vyhodnocení výsledků studií obsahuje všechny povinné části stanovené normou.

### **3. Výsledky a diskuze**

Cílem disertační práce bylo vyhodnotit pomocí metody LCA environmentální dopady vybraných potravin rostlinného původu. Na jejich základě byla vypracována shrnutí výsledků komparativní studie zemědělské části, zpracovatelské části a transportu.

#### **3.1 Systém zemědělské produkce**

Z výsledků provedených studií zemědělských plodin vyplynula tato významná zjištění:

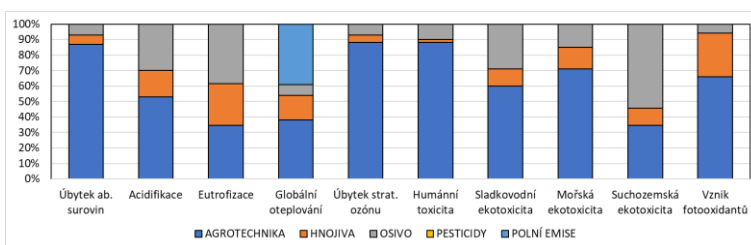
**Při porovnání ekologického a konvenčního systému hospodaření volba funkční jednotky výrazně ovlivní výsledky.**

Hlavním cílem komparativních studií je porovnat dva produkty se stejnou funkcí a určit, který z nich je environmentálně šetrnější. Fakt, že volba funkční jednotky ovlivní výsledky studie, potvrzují charakterizační hodnoty výsledků komparativních studií jednotlivých zemědělských plodin. Při zvolení plošné funkční jednotky hektaru, má systém ekologického zemědělství nižší environmentální dopad v průměru v devíti z deseti dopadových kategorií, zatímco při zvolení funkční jednotky množství produkce vykazuje ekologické zemědělství nižší dopad v průměru v pěti z deseti kategorií.

## Procesem ekologického zemědělství s největším dopadem na většinu kategorií jsou agrotechnické operace

Systém ekologického zakazuje využívání syntetických minerálních hnojiv a výrazně omezuje použití pesticidů, z toho plyne vyšší potřeba mechanických agrotechnických zákroků. Tento fakt se odráží ve výsledcích environmentálních dopadů ekologického hospodaření, kde agrotechnické operace mají nejvyšší vliv téměř ve všech kategoriích, jak ukazuje graf 1.

**Graf 1:** Procentuální vliv dopadu jednotlivých procesů v ekologickém zemědělství

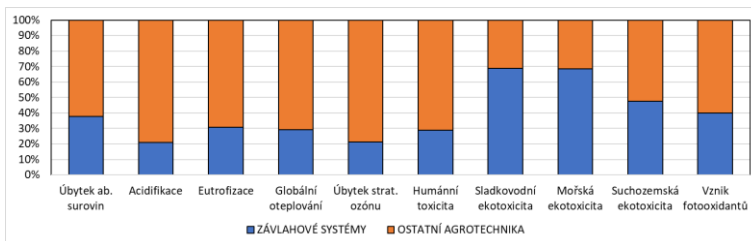


Z běžných polních operací se spotřebou pohonných hmot, představuje zátěžové místo (a tím i místo k zlepšení environmentální profilu produktu) orba. Jednou z jevících se možností optimalizace představují minimalizační technologie.

## Závlahový systém má v rámci agrotechnických operací nejvyšší dopad ve všech kategoriích, a to jak v konvenčním, tak ekologickém způsobu zemědělské produkce

Se závlahovými systémy se lze v českém zemědělství setkat při pěstování ovoce, zeleniny a při skleníkové produkci plodin. Velká spotřeba elektrické energie závlahovými systémy způsobuje, že agrotechnická operace zavlažování má nejvyšší procentuální dopad ve všech posuzovaných kategoriích bez ohledu na produkční systém. Procentuální podíl dopadu v jednotlivých kategoriích je zobrazen v grafu 2.

**Graf 2:** Procentuální vliv dopadu závlahových systémů ve skupině agrotechnických operací



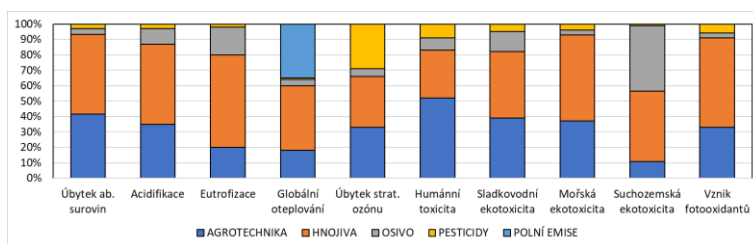
Koncepčním řešením může být zachování a obnova vodního cyklu, stejně jako technologická vyspělost zavlažovacích systémů. Tato dvě navrhovaná opatření jsou mimo rámec možností jak zemědělců, tak běžných konečných spotřebitelů, nicméně mohou se stát

vodítkem pro politiky a ukazují nutnost holistického řešení všech environmentálních problémů.

### **Procesem konvenčního zemědělství s největším dopadem na většinu kategorií jsou syntetická hnojiva**

Konvenční zemědělství je spojeno s intenzivní výrobou, která je silně závislá na vnějších vstupech, zejména pak na minerálních hnojivech. Procentuální podíl environmentálního dopadu hnojiv v jednotlivých kategoriích je znázorněn pomocí grafu 3.

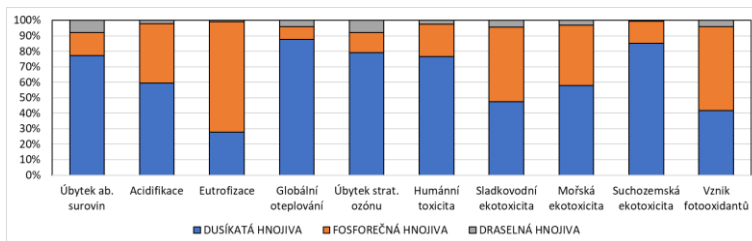
**Graf 3:** Procentuální vliv dopadu jednotlivých procesů v konvenčním zemědělství



### **V rámci procesu hnojiv mají nejvyšší environmentální dopad dusíkatá hnojiva**

Podíl jednotlivých hnojiv na environmentální dopadu je znázorněn v grafu 4. Z něj vyplývá, že největší podíl na dopadu mají dusíkatá hnojiva.

**Graf 4:** Procentuální vliv dopadu jednotlivých hnojiv v systému konvenčního zemědělství



Z tohoto důvodu nástrojem pro redukci emisí skleníkových plynů ze zemědělské rostlinné výroby bývá navrhováno právě snižování dávek syntetických dusíkatých hnojiv.

### Hypotéza systému zemědělské produkce

Ekologické zemědělství je environmentálně šetrnější než konvenční zemědělství.

Takto obecně definovanou hypotézu lze za podmínek a předpokladů stanovených ve studiích disertační práce jednoznačně vyvrátit porovnááme-li produkční systémy při stanovení funkční jednotky kilogramu. Pak lze u pšenice nalézt čtyři, u žita tři, u brambor sedm a u cibule a zelí devět dopadových kategorií, kde ekologická produkce těchto plodin způsobuje vyšší environmentální dopady než produkce

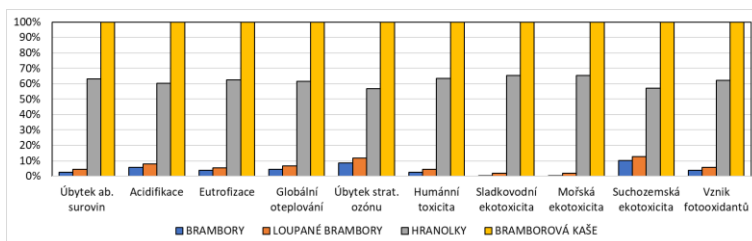


jejich konvenčních variant. Důvodem jsou převážně nižší hektarové výnosy z plochy v ekologickém zemědělství. Při stanovení funkční jednotky jednoho hektaru, všeobecně dosahuje ekologický systém menších environmentálních dopadů, u většiny zkoumaných plodin. V souboru námi sledovaných plodin jsou však výjimkou ekologicky pěstované brambory, které mají větší environmentální dopad ve třech kategoriích, z tohoto důvodu lze hypotézu vyvrátit i při stanovení funkční jednotky hektaru.

### **3.2 Systém zpracování**

Zpracování tvoří druhou fázi modelovaných životních cyklů produktů. Při realizaci studií se vycházelo z předpokladu, že technologie zpracování potravin je totožná, jak pro ekologické, tak pro konvenční produkty, a vzniklé dopady ze zpracování jsou v obou produkčních systémech shodné. Množství dopadů z výroby potravin je logicky přímo úměrné s množstvím spotřebované energie nutné ke zpracování produktu. Pro snížení environmentálního dopadu je nutné používat nezpracované a čerstvé potraviny v co nejvyšší míře.

**Graf 5:** Srovnání environmentálních dopadů jedné porce  
bramborové přílohy



Jako příklad zde lze uvést bramborovou přílohu k hlavnímu jídlu, kde se nabízejí možnosti konzumace nezpracovaných brambor, průmyslově loupaných brambor, mražených hranolků a bramborové kaše. Srovnání emisních dopadů běžné velikosti přílohové porce je uvedeno v grafu 5.

### Hypotéza systému zpracování

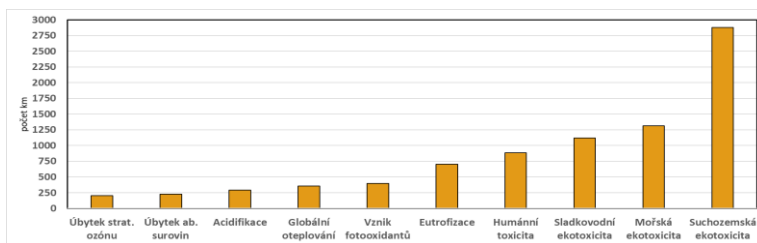
Nezpracované potraviny jsou environmentálně šetrnější než potraviny zpracované.

Tuto hypotézu nelze za podmínek a předpokladů stanovených ve studiích disertační práce vyvrátit.

### 3.3 Systém transportu

Veškerý modelovaný transport byl realizován za pomoci automobilové nákladní dopravy. Z porovnání výsledků vyplynulo, že transport tvoří vyšší emise u ekologických produktů. Díky malému objemu produkce a nedostatečně vyvinuté síti zpracovatelských zařízení u nich dochází k delším transportním vzdálenostem. Tato skutečnost je problematickou fází, která negativně ovlivňuje úsporu získanou ekologickou produkcí. Pro zodpovězení otázky, nakolik je dovážený bioprodukt environmentálně šetrnější slouží analýza bodu zvratu.

**Graf 6:** Bod zvratu transportu pro ekologickou mrkev



Z analýzy v grafu 6 je zřejmé, že bod zvratu je pro různé dopadové kategorie odlišný. Bude-li ekologická mrkev transportována 400 km, pak bude emisní zátěž pěti dopadových kategorií vyšší než

v případě netransportované konvenční mrkve. V Podmínkách naší studie pro plné zachování úspory environmentálních dopadů ekologického zemědělství všech kategorií nesmí být ekologická mrkev transportována na vyšší vzdálenost, než je 200 km.

### **Hypotéza systému transportu**

Lokální potraviny jsou environmentálně šetrnější než dovážené potraviny.

Opět takto velice obecně definovanou hypotézu lze za podmínek a předpokladů stanovených ve studiích disertační práce vyvrátit.

## 4. Závěr

Vybrané potraviny byly vyhodnoceny pomocí metody LCA charakterizační metodou CML 2001 baseline. Pomocí shrnutí výsledků jednotlivých studií byla v zemědělských LCA identifikována významná zjištění, týkající se funkčních jednotek a procesů představujících nejvyšší dopady pro stanovené produkční systémy.

Jsou-li porovnávány environmentální dopady vznikající pěstováním plodin na ploše jednoho hektaru, vychází ekologický systém lépe v průměru v devíti z deseti hodnocených dopadových kategorií. Při konverzi výsledků k výnosové funkční jednotce produkuje ekologický systém pěstování plodin nižší dopady pouze v pěti dopadových kategoriích. Tímto srovnáním byla vyvrácena hypotéza, že ekologické zemědělství má nižší environmentální dopady. V případě zvolení funkční jednotky kg, je hypotéza vyvrácena jednoznačně, v případě zvolení funkční jednotky ha, je hypotéza vyvrácena díky zemědělské produkci ekologických brambor, které mají ve třech kategoriích vyšší dopad. V

případě ostatních plodin je jejich ekologická produkce vždy environmentálně šetrnější ve všech kategoriích.

Při vyhodnocení finálních potravin byly potvrzeny vyšší environmentální dopady zpracovaných produktů v rámci srovnání čtyř bramborových produktů v různém stupni zpracování. Z analýzy vyplynulo, že použitím nezpracovaného produktu lze uspořit od 90 do 99 % environmentálního dopadu v závislosti na zvolené dopadové kategorii. V rámci systémových hranic a předpokladů použitých v disertační práci nelze vyvrátit stanovenou hypotézu, že nezpracované potraviny jsou environmentálně šetrnější než potraviny zpracované.

Pro určení tvrzení o hypotéze týkající se transportu bylo provedeno srovnání produktu mrkve pocházející z obou variant systému zemědělské produkce v kombinaci s jejich geografických původem (regionální a dovážená). Varianta dovážené ekologické mrkve měla ve čtyřech kategoriích nižší environmentální dopad než její regionální konvenční obdoba. Z tohoto důvodu lze obecně definovanou hypotézu, že lokální potraviny jsou environmentálně šetrnější než potraviny zpracované vyvrátit.

Výše shrnuté výsledky a závěry vztahující se k jednotlivým hypotézám poukázaly na několikrát zmíněnou důležitou skutečnost, jež je nutnost holisticky chápat a hodnotit co nejobsáhlejší část celého životního cyklu jednotlivých produktů.

Důležitým výstupem práce nejsou pouze získané výsledky, ale i sesbíraná data uskupená do inventarizačních seznamů, které představují první pokus o vytvoření místně specifické LCI agropotravinářské databáze vhodné pro Českou republiku, potažmo pro státy střední a východní Evropy. Současná podoba prezentované databáze může sloužit pro výpočty uhlíkové stopy, vodní stopy či jiných požadovaných dopadových kategorií.

V průběhu dokončování výsledků disertační práce byla na začátku roku 2017 částečně publikována World Food LCA Database (WFLDB), představující první ucelenou světovou databázi, transparentně a komplexně reprezentující primární zemědělskou produkci a zpracované potraviny. Její metodika se do značné míry překrývá s metodikou disertační práce a v případě aktualizace uvedených LCI dat, zejména pak s ohledem

na doplnění emisních modelů mapujících emise do vzduchu, vody a půdy vzniklé po aplikaci minerálních i organických hnojiv, pesticidů, a modelů hodnotících emisní dopady v rámci změn ve využívání půdy (land use), by vypracovaná data bylo možné začlenit do WFLDB. Tímto krokem by se Česká republika měla možnost zařadit mezi první země „východní“ Evropy, které vytvoří vlastní územně odpovídající LCI data pro agropotravinářskou LCA a položí tak pilíře pro předpokládaný budoucí rozvoj enviromentální deklarace potravinářských produktů ve své zemi.

Důležitost vytvoření takovéto databáze spočívá především v získání kvalitního vědeckého nástroje, který by komplexně zhodnotil kroky směřující k udržitelné produkci a spotřebě potravin a který by zároveň umožnil optimalizovat stávající zemědělské produkční systémy, potravinářskou výrobu a obchod produktů.