

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Emisní zátěž při pěstování vybraných plodin

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Jana Mráčková

České Budějovice, 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana MRÁČKOVÁ**
Osobní číslo: **Z11660**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Emisní zátěž při pěstování vybraných plodin**
Zadávací katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

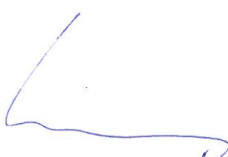
Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracování úvodního shrnutí a literární rešerše na téma pěstování vybraných plodin a jeho environmentální dopady.
2. Výběr sledovaných plodin.
3. Stanovení rámce pro sledování emisní zátěže vybraných plodin.
4. Sestavení řetězce technických a agrotechnických operací uvnitř zvoleného rámce a stanovení cyklů pěstování vybraných plodin.
5. Analýza databází EKO-INVENT a jejich využití k výpočtu emisní zátěže a zhodnocení produkce emisí během pěstování vybraných plodin.
6. Vytvoření seznamu literatury v abecedním pořadí dle ČSN.

Rozsah grafických prací: tabulky, grafy, fotografická příloha
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran textu vč. tabulek
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

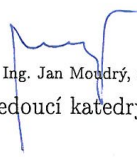
Cline, W. R. (2007): Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country, Center for Global Development and the Peterson Institute for International Economics, 98 p.
Fott, P., Pretel, J. a kol. (2003): Národní zpráva České republiky o inventarizaci emisí skleníkových plynů. ČHMÚ, 97 s.
Kočí, V. (2009): Posuzování životního cyklu - Life cycle assessment LCA. Ekomonitor spol. s r.o., Chrudim, 263 s.
Kalvová, J., Moldon, B. (1996): Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů. Karolinum Praha, 161 s.
Moudrý, J., Konvalina, P., Moudrý, J. jr., Kalinová, J.: Ekologické zemědělství. JU ZF v Č. Budějovicích, 2007, 219 s., ISBN 978-80-7394-046-1.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Moudrý, Ph.D.
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií
Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií
Datum zadání diplomové práce: 7. února 2012
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2013


Ing. Karel Suchý, Ph.D.
proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice

L.S.


prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. března 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Kaplici dne 10. 4. 2013

.....

Bc. Jana Mráčková

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Moudrému, Ph.D., za profesionální vedení, prof. Janu Moudrému, CSc., za cenné rady a připomínky k tématu práce, Ing. Zuzaně Jelínkové za poskytnuté materiály a odbornou pomoc. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu při studiu na vysoké škole.

SOUHRN

Diplomová práce se zabývala částečným hodnocením životního cyklu jahodníku (*Fragaria*), jehož pěstování má u nás dlouholetou tradici. Byly porovnávány pěstitelské technologie v konvenčním a ekologickém systému hospodaření ve vztahu k produkci skleníkových plynů. Pomocí dotazníkového šetření a odborné literatury byla zjištěna data ze zemědělství a transportu.

Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv jednotlivých agrotechnických faktorů na zatížení životního prostředí emisemi skleníkových plynů v konvenčním a ekologickém systému hospodaření a dále ověřit hypotézu, zda bude z environmentálního hlediska vhodnější konzumovat jahody z regionální produkce nebo dovezené.

K výpočtu environmentálního dopadu byl použit softwarový program SIMAPro. Tento nástroj využívá databáze Ecoinvent a slouží k modelování životního cyklu daného výrobku v souladu s ČSN EN ISO 14040 a ČSN EN ISO 14044. Vstupy a výstupy byly vztaženy k jednotce jednoho hektaru a výsledná hodnota byla přepočtena na 1 kg jahod. Vstupem byly technologické operace, množství hnojiv, prostředky na ochranu rostlin a výstupem studie byla emisní zátěž na 1 kg jahod vyjádřena v CO₂ ekvivalentu.

Klíčová slova: pěstování jahod, ekologické zemědělství, konvenční zemědělství, globální změny klimatu, skleníkové plyny, metoda LCA

SUMMARY

The thesis focuses on partial assessment of the life cycle of the strawberry plant (*Fragaria*), the breeding of which has a long tradition in the Czech Republic. The breeding technologies in conventional and ecological farming systems are compared, in relation to the greenhouse gases emission. The data from agriculture and transportation were accumulated by way of questionnaire survey and expert literature.

The objective of this thesis was to assess the impact of individual agrotechnical factors on the pollution of the environment with greenhouse gases emissions in conventional and ecological farming systems, and also to test the hypothesis on whether it is better, from the environmental point of view, to consume locally produced or imported strawberries.

The environmental impact was calculated with the SIMAPro software. This tool uses the Ecoinvent databases and enables to create a model of life cycle of the product in question according to the ČSN EN ISO 14040 and ČSN EN ISO 14044 standards. The inputs and outputs were related to the unit of one hectare and the resulting value was converted as per 1 kg of strawberries. The input included technological operations, amount of fertilisers, and plant protection products; the output of the analysis was the emission load per 1 kg of strawberries expressed in the CO₂ equivalent.

Key words: strawberry breeding, ecological agriculture, conventional agriculture, global climate changes, greenhouse gases, LCA method

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2.1 Globální klimatické změny	11
2.1.1 Skleníkový efekt atmosféry	13
2.1.2 Skleníkové plyny a aerosoly	14
2.1.3 Globální tepelný potenciál	17
2.2 Zemědělství a změna klimatu	18
2.3 Posuzování životního cyklu produktů	19
2.3.1 Standardizace LCA studií	20
2.3.2 Fáze metody LCA	20
2.4 Konvenční pěstování jahodníku (<i>Fragaria</i>)	25
2.4.1 Obecná charakteristika rodu <i>Fragaria</i>	26
2.4.2 Geografické rozšíření	27
2.4.3 Význam pěstování	27
2.4.4 Rozmnožování	27
2.4.5 Hlavní pěstitelské zásady	29
2.4.6 Třídění jahod	34
2.4.7 Choroby a škůdci	35
2.4.8 Plevel	38
2.5 Ekologicky pěstované jahody	39
3. MATERIÁL A METODIKA	46
3.1 Výběr pěstitele	46
3.2 Životní cyklus výrobku (LCA) - jahody	46

3.2.1 Definice cílů a rozsahu	47
3.2.2 Inventarizační analýza.....	49
3.2.3 Posuzování dopadu	52
3.2.4 Interpretace životního cyklu produktu	53
4. VÝSLEDKY	54
5. DISKUZE	63
6. ZÁVĚR.....	67
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	69
8. SEZNAM PŘÍLOH.....	74

1. ÚVOD

Člověk ovlivňoval své okolí od počátku své existence, dnes však působí na klima nejen v regionálním měřítku, ale již v měřítku globálním. Zvýšení koncentrace oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů zesiluje skleníkový efekt na Zemi. Převážná většina znečišťujících látek pochází ze spalování fosilních paliv, kácení lesů, vypalování savan, ze zemědělské a průmyslové výroby a v posledním století zejména dopravy. Lidská společnost je anomáliemi a extrémními jevy počasí stále více zranitelná. Změna klimatu tak může zesílit i další celosvětové problémy jako je nedostatek pitné vody, chudoba a nemoci.

Míra antropogenní produkce skleníkových plynů závisí také na pěstování jednotlivých druhů zemědělských plodin. Zemědělství produkuje bezesporu nemálo skleníkových plynů. Například CO_2 je uvolňován při spalování fosilních paliv nebo při snižování obsahu organické hmoty v půdě, N_2O je uvolňován v důsledku aplikace hnojiv, CH_4 ze zažívacího traktu některých druhů hospodářských zvířat. Z toho lze vyvodit, že množství a složení naší potravy odráží specifické rysy příslušných technologických procesů v zemědělství, a tím i rozdílnou produkci skleníkových plynů. Proto pro zajištění trvale udržitelného rozvoje (podmíněného nesporně i stabilizací antropogenní emise skleníkových plynů) může být změna způsobu výživy v průmyslově vyspělých státech neobyčejně významná (NÁTR, 2006).

Tato práce byla zaměřena na koloběh životního cyklu jahodníku (*Fragaria*), jehož pěstování má u nás dlouholetou tradici. Pomocí analytické metody LCA byly hodnoceny možné environmentální dopady způsobené na životní prostředí při pěstování s ohledem na celý životní cyklus. Byly porovnávány pěstitelské technologie v konvenčním a ekologickém systému hospodaření ve vztahu k produkci skleníkových plynů. Pomocí dotazníkového šetření a odborné literatury byla zjištěna data ze zemědělství a transportu. Práce by měla dát odpovědi, zda je vhodnější konvenční nebo ekologický způsob pěstování jahodníku a dále zda je lepší konzumovat jahody regionální či dovezené.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Globální klimatické změny

Globální klimatické změny jsou změny podnebí, projevující se na celé Zemi, probíhající po relativně dlouhou dobu (desítky až tisíce let). Mají ráz postupného oteplování nebo ochlazování, jehož intenzita může být však v různých oblastech rozdílná.

Příčiny globálních klimatických změn mohou být:

- **přírozené** - změny parametrů oběžné dráhy Země, rozložení kontinentů a oceánů na Zemi, změny složení atmosféry v důsledku sopečné činnosti
- **vyvolané člověkem** - zvyšování intenzity skleníkového efektu atmosféry uvolňováním emisí CO₂, změna vegetačního krytu Země aj. (MATĚJČEK, a kol., 2007).

Termín „změna klimatu“ má v odborné literatuře několik významů. Obecně se pod změnou klimatu rozumí změna vyvolaná jakýmkoliv vnějším či vnitřním faktorem, včetně změn vyvolaných lidskou činností (BRANIŠ, HŮNOVÁ, a kol., 2009).

Globální klimatická změna (global climate change) vyjadřuje celkovou změnu všech klimatických charakteristik, včetně změn ve srážkách a síle a směru větrů, jež se nyní také mění a budou se měnit i v budoucnosti. Počítačové klimatologické modely předpovídají, že kolem roku 2100 vzroste průměrná teplota povrchu Země vůči dnešku o 2-4 °C následkem zvýšených koncentrací oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů. Tento vzrůst může být ještě větší, jestliže bude koncentrace CO₂ růst rychleji, než se v těchto počítačových modelech předpokládá (PRIMACK, a kol., 2011).

Člověk ovlivňoval své okolí od počátku své existence. Dnes působí na klima nejen v lokálním a regionálním měřítku, ale již v měřítku globálním. Člověkem způsobené změny (antropogenní změny) se často dělí do dvou skupin: na změny ve složení atmosféry v globálním měřítku a na změny ve využívání krajiny (odlesňování a další).

V důsledku spalování fosilních paliv bylo v roce 2004 emitováno 24 miliard tun oxidu uhličitého a v roce 2030 to má být 38 miliard tun oxidu uhličitého, tedy zvýšení emisí nejdůležitějšího skleníkového plynu činí 70 procent za 26 let. (KADRNOŽKA, 2008). V roce 2008 byla v množství vyprodukovaných emisí CO₂ na prvním místě Čína se 7,6 miliardy tun, druhé místo patřilo USA s 5,7 miliardy tun. S malým odstupem následovalo Rusko, Indie, Japonsko a Brazílie, každý z těchto států vyprodukoval více než miliardu tun. Česko je se 125 miliony tun na 40. místě. V roce 2008 byl podíl rozvojových zemí na celkových emisí CO₂ poprvé vyšší než zemí rozvinutých (BUGGISCH, BUGGISCH, 2009).

BRANIŠ (2006) udává, že nejméně příští 2-3 desetiletí emise CO₂ i dalších plynů globálně porostou. Předpokládané oteplení, i když se nezdá příliš dramatické (o desetiny až jednotky °C), může mít velmi vážné následky pro celou pozemskou biosféru a pro mnohé lidské činnosti. Nejde totiž jen o oteplení, ale o celkovou změnu klimatu, změnu celého klimatického režimu, který představuje velmi jemně vyvážený systém se dvěma velkými subsystemy, atmosférou a oceány, a mnoha dalšími menšími subsystemy (např. oblaka, vodní srážky, biosféra).

Zásah člověka do složení atmosféry v globálním měřítku (zesilování přirozeného skleníkového efektu atmosféry) se považuje za tak závažný, že v roce 1992 byla uzavřena mezinárodní dohoda nazvaná „Rámcová úmluva OSN o změně klimatu“. Česká republika k této úmluvě přistoupila 7. 10. 1993. V roce 1997 k ní byl přijat tzv. Kjótský protokol (BRANIŠ, HŮNOVÁ, a kol., 2009, ANONYM 1, 2012).

Rámcová úmluva a Kjótský protokol předepisují použití jednotné metodiky pro stanovení emisí a propadů plynů ovlivňujících klimatický systém Země (skleníkových plynů). Toto stanovení, nazývané jako inventarizace skleníkových plynů, je základním podkladem pro kontrolu plnění mezinárodních závazků daných Rámcovou úmluvou OSN o změně klimatu a jejím Kjótským protokolem (ANONYM 2, 2010).

Národní inventarizační systém (NIS)

Národní inventarizační systém, požadovaný Kjótským protokolem má zajistit funkční zprovoznění institucionálního, legislativního a procedurálního uspořádání potřebného k plnění všech nezbytných činností spojených s inventarizací

skleníkových plynů. Zodpovědnost za správné fungování NIS nese v ČR Ministerstvo životního prostředí (MŽP), které pověřilo Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) jako organizaci zodpovědnou za koordinaci přípravy inventarizace a požadovaných datových i textových výstupů. V případě České republiky se jedná o závazek snížit celkové emise skleníkových plynů v období 2008–2012 o 8 % vůči referenčnímu roku 1990 (ANONYM 3, 2010).

Mezivládní panel pro změny klimatu (IPCC)

Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC anglicky Intergovernmental Panel on Climate Change) je nezávislým orgánem UNFCCC, která jej uznává za svého vědeckého poradce, a pověřila jej prozkoumáním a zpracováním určitých aktuálních otázek. Byl založen Světovou meteorologickou organizací a Programem OSN pro životní prostředí. IPCC neprovádí výzkum, nýbrž vypracovává hodnocení zveřejněných výsledků vědeckého zkoumání. Má tři stálé výbory, které zhruba každých pět let zpracovávají aktuální stav poznání o klimatických změnách. První, tzv. vědecký výbor popisuje klimatické změny z hlediska současné vědy, druhý výbor sleduje jejich přírodní i společenské dopady a třetí se zabývá politickou stránkou dané problematiky (BARROS, 2006).

Hlavním strategickým dokumentem České republiky v oblasti změny klimatu je Národní program na zmírnění dopadů změny klimatu v ČR z roku 2004. V současnosti probíhá příprava nové koncepce ochrany klimatu, která by měla být předložena vládě České republiky ke schválení v roce 2013 (ANONYM 1, 2012).

2.1.1 Skleníkový efekt atmosféry

První zmínka o možném skleníkovém efektu na Zemi se připisuje francouzskému badateli J. B. J. Fourierovi (1768-1830). Ten počátkem 19. století přirovnal účinky atmosféry na klima Země k oteplování, k němuž dochází v uzavřené sklenici. Již Fourier a někteří jeho současníci (J. Tyndall a S. P. Langley) tvrdili, že bez atmosféry by teplota na Zemi klesla pod hranici snesitelnou pro stávající formy života (NÁTR, 2006).

Skleníkové plyny přítomné v atmosféře propouštějí krátkovlnné sluneční záření, kterým se ohřívá povrch Země. Odtud je zpětně vyzařováno dlouhovlnné (IR)

záření, které je absorbováno skleníkovými plyny, a proto je propouštěno jen v malé míře do vnějšího prostoru mimo atmosféru Země. Tím se zase ohřívají nižší vrstvy atmosféry a povrch Země. Velikost efektu zahřívání záleží na koncentraci uvedených plynů v atmosféře, vyšší koncentrace má za následek vyšší teploty. Na celém procesu se značně podílí svislé proudění vzduchu (konvekce), teplý vzduch stoupá vzhůru, chladný vzduch klesá. Protože tento způsob zahřívání Země je podobný jako ohřívání vzduchu ve skleníku, mluvíme o skleníkovém efektu (KUTÍLEK, 2007).

Při spalování fosilních paliv, kácení lesů, vypalování savan, při zemědělské výrobě, dopravě a v důsledku mnoha dalších průmyslových aktivit se do atmosféry uvolňují plyny, které buď přímo, nebo prostřednictvím látek vznikajících při jejich chemických reakcích zesilují přirozený skleníkový efekt atmosféry. Vedle oxidu uhličitého (CO_2) a troposférického ozonu (O_3) mezi hlavní skleníkové plyny patří plyny zmíněné v Kjótském protokolu tj. metan (CH_4), oxid dusný (N_2O), fluorované uhlovodíky (HFC_s), perfluorované uhlovodíky (PFC_s), fluorid sírový (SF_6) a látky uvedené v Montralerském protokolu a jeho dodatcích – úplně chlorované a fluorované uhlovodíky (CFC_s), neúplně chlorované a fluorované uhlovodíky (HCFC_s) a halony. Tyto látky rovněž narušují ozonovou vrstvu (BRANIŠ, HŮNOVÁ, a kol., 2009).

Skleníkový efekt na Zemi se projevuje od samotného vzniku Země, protože skleníkové plyny – v různé koncentraci – se v její atmosféře vyskytovaly trvale. V současné době bychom tedy měli mluvit přesněji o změnách intenzity projevu skleníkového efektu na zemi v důsledku změn koncentrace skleníkových plynů (NÁTR, 2006).

2.1.2 Skleníkové plyny a aerosoly

Skleníkové plyny zahrnují ty sloučeniny, které se vyskytují v atmosféře Země a vyznačují se silnou absorpcí dlouhovlnného infračerveného záření. Je to zejména: vodní pára (H_2O), oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxid dusný (N_2O), ozon (O_3), ale také některé plyny, jejichž výrobu zavedl člověk: freony, chlorované fluorovodíky. Pro současné skleníkové plyny je charakteristický soustavný, a v některých případech zcela výjimečně rychlý nárůst koncentrace (NÁTR, 2006).

Jednotlivé skleníkové plyny se navzájem liší:

1. svými radiačními vlastnostmi, což znamená, že stejné množství různých plynů může absorbovat velmi rozdílné množství infračerveného záření,
2. dobou existence v atmosféře (NÁTR, 2006).

Vodní pára – vodní pára je jako plyn neviditelná. Tvoří ji dva atomy vodíku a jeden atom kyslíku. Do atmosféry se vodní pára dostává odpařováním (BUGGISCH, BUGGISCH, 2009). Vodní pára v atmosféře má největší podíl na skleníkovém efektu, a to více než 60 %. Její obsah v atmosféře se během několika tisíciletí neměnil, na rozdíl od obsahu oxidu uhličitého, metanu nebo oxidu dusného (NÁTR, 2006). Rovnováha vodní páry v atmosféře je regulována především teplotou, která působí na její přeměny v procesech srážení a zmrazování v mracích (BARROS, 2006). Člověk má celkem malou možnost ovlivnit množství vodní páry v atmosféře (NEMEŠOVÁ, PRETEL, 1998).

Oxid uhličitý – oxid uhličitý je plyn bez barvy a zápachu, jehož molekuly sestávají z jednoho atomu uhlíku a dvou atomů kyslíku. Je hlavní součástí sopečných plynů, vzniká však také při spalování fosilních surovin – tedy uhlí, ropy a zemního plynu (BUGGISCH, BUGGISCH, 2009). Patří mezi velmi účinné plyny. Velmi silně pohlcuje dlouhovlnné infračervené záření, které emituje povrch planety (NÁTR, 2006). Zhruba 45 % antropogenního CO₂ zůstává v atmosféře, 30 % je pohlceno oceány a zbylá část biosférou na pevninách. Polovina CO₂ uvolněného do atmosféry se z ní odstraní přibližně za 30 let, dalších 30 % během několika století a zbývajících 20 % zůstává v atmosféře po mnoho tisíc let (BRANIŠ, HŮNOVÁ, a kol., 2009).

Metan – plyn bez barvy a zápachu, jenž se skládá z jednoho atomu uhlíku a čtyř atomů vodíku. (BUGGISCH, BUGGISCH, 2009). Metan produkují hlavně bakterie, které žijí v rozmanitých bažinatých krajinách včetně rýžových polí, na skládkách odpadků, ve střevech zvířat, uniká z plynovodů, hlubinných šachet a míst, která zavážíme odpadky (TILLING, 1990). Je asi 20x účinnější pohlcovač dlouhovlnného infračerveného záření než CO₂. Proto i při mnohem nižší koncentraci ve vzduchu, asi 1,7 ppm, se výrazně podílí na skleníkovém efektu. Zvýšení atmosférické koncentrace metanu o 0,05 ppm se může projevit zvýšením teploty vzduchu o celý

1 °C. Poločas setrvání metanu v atmosféře je asi 10 let, takže také jeho koncentrace je nad celým povrchem Země vyrovnaná (NÁTR, 2006). Protože koncentrace metanu v atmosféře je mnohonásobně nižší než tomu je u CO₂, je jeho příspěvek na oteplení třikrát menší (KUTÍLEK, 2007). Z atmosféry je metan odstraňován chemickými reakcemi (BRANIŠ, HŮNOVÁ, a kol., 2009).

Oxidy dusíku – jsou často označovány jako NO_x, protože zahrnují několik sloučenin: oxid dusný N₂O, dusnatý NO a dusičný NO₂. Průměrné hodnoty koncentrace NO_x byly v průběhu uplynulých 450 milionů let nižší, než odpovídá údajům současnosti, kdy se uplatňuje vliv člověka. Koncentrace NO_x dnes dosahuje 1 ppm ve srovnání s dřívějšími 0,010-0,035 ppm. Vzhledem ke kratší době setrvání těchto plynů dusíku existují velké lokální rozdíly v jejich koncentraci. Jednoznačným skleníkovým plynem je pouze oxid dusný, N₂O jeho koncentrace se dnes odhaduje na 0,330 ppm (NÁTR, 2006).

Ozon – je důležitý skleníkový plyn vyskytující se jak v troposféře, tak i ve stratosféře. Úloha O₃ v radiační bilanci atmosféry silně závisí na výšce, ve které dochází ke změnám koncentrace. Navíc změny koncentrace jsou značně prostorově proměnlivé. Troposférický ozon není do atmosféry přímo emitován, ale vzniká v ní fotochemickými procesy, za pomoci přírodních i antropogenních prekurzorů (oxidy dusíku, oxid uhelnatý, uhlovodíky). V atmosféře setrvává relativně krátce, v rozmezí týdnů až měsíců. Odhaduje se, že koncentrace troposférického ozonu vzrostly od roku 1750 o 35 % (BRANIŠ, HŮNOVÁ, a kol., 2009).

Freony – freony jsou syntetické látky, které se dříve v atmosféře vůbec nevyskytovaly. Jsou tvořeny atomy uhlíku, vodíku a chloru nebo flouru, proto se chemicky označují jako chlorofluorované uhlovodíky (NÁTR, 2006). Pro většinu těchto látek je jediným zdrojem lidská činnost (chladicí technika, aerosolové rozprašovače, rozpouštědla, izolátory atd.) (BRANIŠ, HŮNOVÁ, a kol., 2009). Jejich celková koncentrace dosahuje 0,001 ppm. Tyto plyny velmi intenzivně pohlcují dlouhovlnné infračervené záření v oblasti těch vlnových délek, kde je nepohlcují ostatní skleníkové plyny. Účinnost pohlcování záření je ve srovnání s CO₂ asi 5000 až 10 000x vyšší. Proto je jejich podíl na skleníkovém efektu, tak významný i při velmi nízké koncentraci. Na základě tzv. Montrealského protokolu z roku 1987

s několika následujícími dodatky je produkce freonů celosvětově omezována a do roku 2006 by měla zcela ustát (NÁTR, 2006).

Oxid uhelnatý – vypouštěný ze spalovacích motorů nepřímo přispívá ke skleníkovému efektu, protože se v atmosféře mění na CO₂ (NÁTR, 2006).

2.1.3 Globální tepelný potenciál

Globální tepelný potenciál (GWP z angl. slova global warming potencial) vyjadřuje integrované radiační účinky vyvolané změnami obsahu látek s aktivní tepelnou radiací po určité časové období. Jeho předností je to, že bere v úvahu i dobu, po kterou je daný plyn v atmosféře viz následující tabulka č. 1. Ta udává hodnoty globálního teplotního potenciálu a radiačního účinku (RU) vztažené na hmotnostní nebo molekulovou jednotku zvýšení atmosférické koncentrace příslušného skleníkového plynu vyjádřené ve vztahu k CO₂ (NÁTR, 2006). GWP nelze spočítat u plynů s nestálým horizontálním rozšířením, protože se proměňuje v závislosti na jejich prostorovém rozšíření (BARROS, 2006).

Tabulka č. 1: Hodnoty globálního teplotního potenciálu a radiačního účinku

Plyn	RU na hmotnost	RU na molekulu	Doba pobytu v atmosféře (roky)	Globální teplotní potenciál Časový horizont		
				20	100	500
HFC	4,0	7,8	1,4	410	140	37
CH ₄	66	24	12	62	21	7
CO ₂	1	1	proměnná	1	1	1
N ₂ O	200	200	114	275	310	156
SF ₆	10 122	33 592	3200	15 100	23 900	32 400
CF ₄	2585	5168	50 000	3900	6500	8900

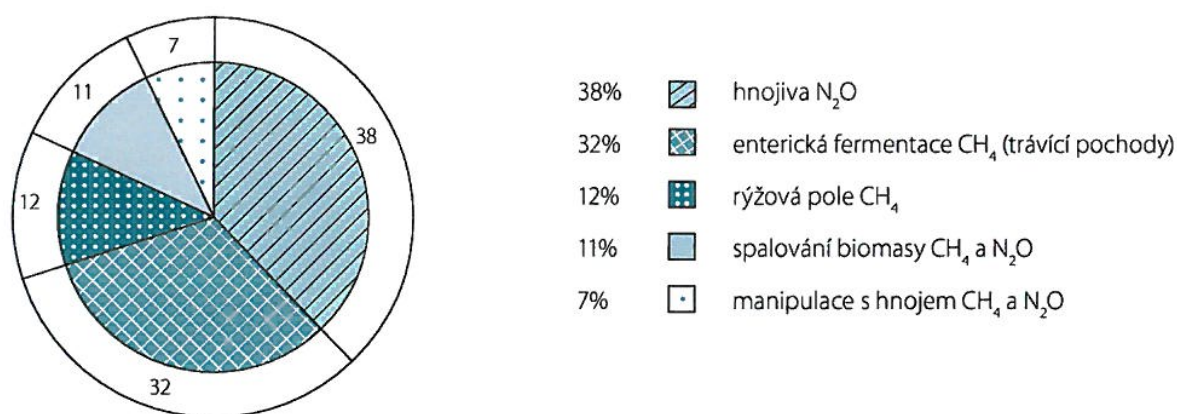
Zdroj: NÁTR, L.: Země jako skleník, proč se bát CO₂, Academia, Praha, 2006, 142 s.

Ekvivalent CO₂ je společným parametrem, který vyjadřuje globální tepelný potenciál kteréhokoli skleníkového plynu množstvím či koncentrací CO₂, které by po stejný časový úsek vykazovalo stejné radiační působení (NÁTR, 2006).

2.2 Zemědělství a změna klimatu

Známým zdrojem skleníkových plynů je energetika, průmysl a doprava. Dnes je však jisté, že velká množství skleníkových plynů produkují také půdy a činnost v zemědělství (ŠIMEK, 2008). V roce 2007 čisté emise z využívání zemědělské půdy činily 57 miliónů tun CO₂. Jedná se o orné půdy, které byly zdrojem 70 miliónů tun CO₂, a pastviny, které naopak uložily množství uhlíku ekvivalentní 13 miliónům tun CO₂. Se zemědělstvím souvisejí i další emise, jako jsou například emise z výroby hnojiv a krmiv, které jsou vykazovány jako emise z průmyslových procesů (ANONYM 4, 2011). Zemědělství přispívá k celkovým emisím skleníkových plynů v Evropské unii asi devíti procenty. Jde o oxid uhličitý, metan a oxid dusný (ALTEROVÁ, 2010). Struktura emisí ze zemědělství ČR je následující: 58,1 % tvoří N₂O ze zemědělských půd, 31,0 % CH₄ z trávicích traktů hospodářských zvířat, 6,3 % N₂O a 4,6 % CH₄ z organických hnojiv (ŠIMEK, 2008). Zemědělské emise a mitigační potenciál zachycuje obrázek č. 1.

Obrázek č. 1: Zemědělské emise a mitigační potenciál



Zdroj: NIGGLI a kol., Zemědělství s nízkými emisemi skleníkových plynů, Bioinstitut, 2011

2.3 Posuzování životního cyklu produktů

Za základ metody LCA (angl. life cycle assessment) lze považovat metodu vyvíjenou v USA na přelomu 60. a 70. let. Metoda se nazývala „Zdroje a profilová analýza z hlediska životního prostředí“ („Resource and Environmental Profile Analysis“ zkráceně REPA) a zaměřovala se na hodnocení výrobku z hlediska spotřeby energie a surovin (KOTOVICOVÁ, a kol., 2003). Na mezinárodní úrovni se používá termín LCA, v některých oblastech se však užívá pojem ekologická bilance- ekobilance (ČURDA, FUCHSOVÁ, 1996).

Posuzování životního cyklu LCA je analytická metoda hodnocení environmentálních dopadů (tj. dopadů na životní prostředí) výrobků, služeb a technologií, obecně lidských produktů. Metoda LCA přistupuje k hodnocení environmentálních dopadů produktů s ohledem na jejich celý životní cyklus, zahrnuje tedy environmentální dopady produktů již od stádia získávání a výroby výchozích materiálů, přes stádium výroby samotného produktu, stádium jeho užívání až po stádium jeho odstranění, opětovného užití či recyklace v něm použitých materiálů. Environmentální dopady produktů jsou hodnoceny na základě posouzení vlivu materiálových a energetických toků, jež sledovaný systém vyměňuje se svým okolím, tedy s životním prostředím (KOČÍ, 2009). V případě, že stanovíme charakter a množství látek a energií, pak za předpokladu, že známe řetězce příčin a následků, které v životním prostředí jejich vstup (popřípadě odběr) nastartuje, lze určit, jaké změny v životním prostředí způsobí existence zkoumaného výrobního systému (KOTOVICOVÁ, a kol., 2003).

Metodu LCA lze stručně definovat jako: shromažďování a vyhodnocování vstupů, výstupů a možných dopadů na životní prostředí výrobního systému během celého životního cyklu (REMTOVÁ, 2003).

Informace, které metoda LCA poskytuje, pomáhají odborným pracovníkům nejen v ekodesignu a v podnikovém marketingu při výběru nového výrobku, ale také pracovníkům ve státní správě a v ekolabelingu při stanovení předpisů a kritérií na podporu ekologicky šetrných výrobků. V neposlední řadě jsou důležité pro další vědeckotechnický rozvoj, neboť odhalují příčiny negativních vlivů na životní prostředí (REMTOVÁ, 2003).

2.3.1 Standardizace LCA studií

První LCA standardy (ČSN EN ISO 14040 – Zásady a osnova; ČSN EN ISO 14041 – Stanovení cíle a rozsahu a inventarizační analýza; ČSN EN ISO 14042 – Hodnocení dopadů; ČSN EN ISO 14043 – Interpretace) jsou od roku 2006 nahrazeny novými standardy ČSN EN ISO 14040 (přepřpracovaná původní ČSN EN ISO 14040) a ČSN EN ISO 14044 (ucelená norma nahrazující původní ČSN EN ISO 14041-3) (KOČÍ, 2010).

2.3.2 Fáze metody LCA

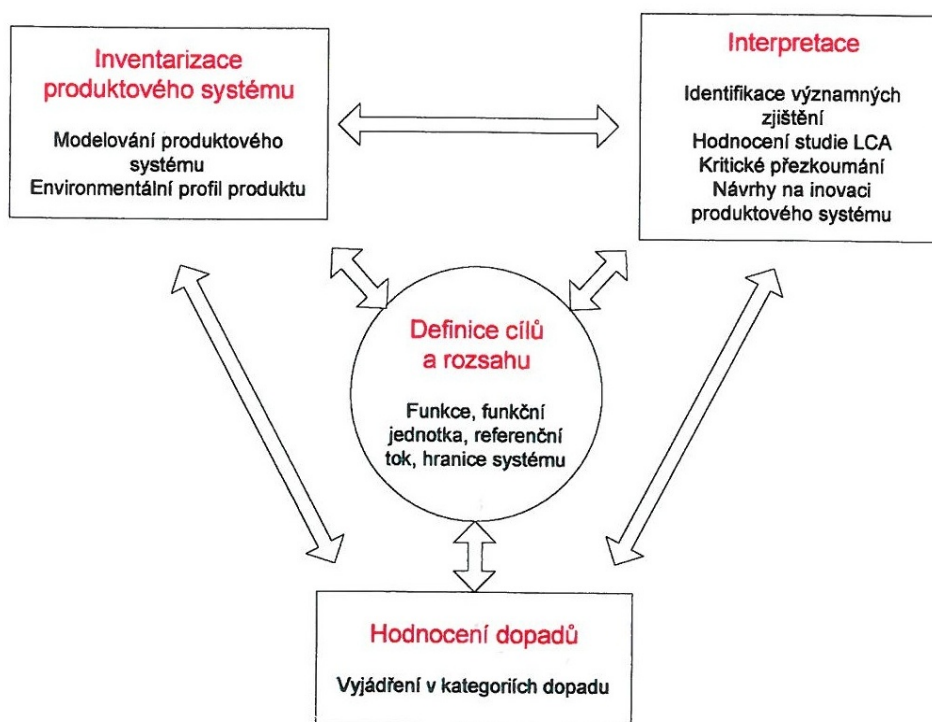
LCA je analytická metoda hodnocení možných environmentálních dopadů spjatých s životním cyklem určitého výrobku, služby, technologie, obecně produktu. LCA bere do úvahy, že dopad produktu není vázaný jen na určité látky či na určité regiony. Environmentální dopady jsou zde hodnoceny ve vztahu k definovaným problémům životního prostředí zvaných kategorie dopadu (KOČÍ, 2010).

Studie LCA sestává ze čtyř základních fází:

- Definice cílů a rozsahu
- Inventarizace
- Hodnocení dopadů
- Interpretace

Vzájemný vztah těchto fází je znázorněn na následujícím obrázku č. 2. Obousměrné šipky mají znázornit iterační podstatu přístupu sestavování LCA. Pojmem iterační chceme zdůraznit, že poznatky z jedné fáze mohou ovlivnit východiska fáze předcházející, kterou je třeba následně přehodnotit a pokračovat opět k fázi následující. V případě použití dostupné výpočetní techniky, není provedení těchto iterací obtížné (KOČÍ, 2010).

Obrázek č. 2: Schéma fází LCA



Zdroj: KOČÍ, V.: Posuzování životního cyklu, Life Cycle Assessment – LCA, Ekomonitor, Chrudim, 2009, 263 s.

Fáze definice cílů a rozsahu (angl. Goal and scope definition)

Dle KOTOVICOVÉ, a kol. (2003) je prvním krokem při provádění metodiky LCA stanovení cíle, což v podstatě znamená přesné vymezení důvodu provádění metody. Při stanovení cíle je vhodné ujasnit si odpovědi na následující otázky:

- Proč se studie LCA vypracovává?
- Pro koho se vypracovává?
- K čemu budou získané výsledky použity?

Cíl studie musí jednoznačně stanovit zamýšlené použití, důvody provádění studie a zamýšleného příjemce a uživatele výsledků studie. Definice rozsahu se skládá ze dvou okruhů specifikací, ze specifikace technických parametrů a ze specifikace procedurálních kroků souvisejících s vypracováním studie. Technická specifikace rozsahu studie se skládá z určení funkce, funkční jednotky

a referenčního toku, dále z určení hranic systému, postupů alokace a volby charakterizačního modelu. Do procedurální specifikace rozsahu studie patří určení postupů, popis způsobů kritického zhodnocení, určení zdrojů použitých dat a podobně (KOČÍ, 2010).

Fáze inventarizace (angl. inventory)

Fáze LCA nazvaná inventarizace LCI slouží k vyčíslení množství elementárních toků uvolněných během životního cyklu produktů do životního prostředí (KOČÍ, 2010). V podstatě jde o kvalitativní a kvantitativní soupis všech vstupů a výstupů spojujících sledovaný systém se životním prostředím čili o sběr potřebných primárních dat a posouzení jejich kvality, tzn. věrohodnosti, reprodukovatelnosti, transparentnosti a důvěrnosti. Prvním krokem v inventarizační analýze je vyznačení všech energetických a materiálových toků, jež překračují hranice systému, definovaného v předcházející fázi. Je-li sledovaný systém příliš složitý anebo rozměrný, je vhodné rozdělit jej do menších subsystémů a systematicky postupovat od jednoho subsystému k druhému a shromažďovat potřebná data o vlivech systému na životní prostředí. Z hlediska vstupů jde o spotřebu přírodních zdrojů, surovin, materiálů a energie. Z hlediska výstupů jde o vnášení látek a energií do ovzduší, vody a půdy, včetně ukládání tuhých odpadů (KOTOVICOVÁ, a kol., 2003).

Mezi způsoby, jimiž se potřebná data nejčastěji získávají, patří:

- Přímá měření na místě
- Pohovory s pracovníky v daném podniku
- Literární rešerše a hledání v databázích
- Výpočty
- Kvalifikované odhady

Za nejlepší způsob získávání dat se považuje provedení přímých měření na místě, a to nejlépe samotnými zpracovateli studie. Zároveň se tak nejlépe určí i přesnost dat (REMTOVÁ, 2003). Výsledky inventarizace by měly být prezentovány přehlednou formou (KOČÍ, 2010). Výstupem inventarizační analýzy

je tzv. inventarizační matice. V této matici jsou vertikálně, po sloupcích, uvedeny jednotlivé etapy životního cyklu výrobku a horizontálně, po řádcích, jednotlivé vlivy na životní prostředí (KOTOVICOVÁ, a kol., 2003).

Alokace

Alokace je významným prvkem modelování produktového systému. Jedná se o řešení otázek souvisejících ze skutečností, kdy tok vystupující z jednoho procesu může být zaústěn do dvou procesů následných či se může podílet na vzniku dvou různých produktů vznikajících paralelně v jednom procesu (KOČÍ, 2010).

Vyskytují se tři základní případy, kdy je třeba otázku alokace řešit:

1. Z procesu či skupiny procesů vystupuje větší množství vedlejších produktů s různými funkcemi.
2. Do procesu vstupuje více paralelních vstupů
3. Dochází k recyklaci

Dochází-li v produktovém systému k potřebě alokace, je třeba zvolit vhodné alokační pravidlo (KOČÍ, 2010).

Fáze hodnocení dopadu

Cílem fáze LCA s názvem hodnocení dopadu životního cyklu LCIA (angl. live cycle impact assessment) je převést ekovektory produktových systémů, tedy jednotlivá množství elementárních toků, na hodnoty jiných veličin vystihujících míru zasažení jednotlivých problémů životního prostředí. Cílem posuzování dopadu životního cyklu je měřitelně porovnat environmentální dopady produktových systémů a srovnat vzájemně jejich závažnost pomocí nových kvantifikovatelných veličin označených jako kategorie dopadu (KOČÍ, 2010). V podstatě jde o kvalitativní a kvantitativní zhodnocení všech negativních efektů, jež mohou být v životním prostředí způsobeny vlivy souhrnně uvedenými v inventarizační matici (REMTOVÁ, 2003).

Příklady kategorií dopadu:

- úbytek neobnovitelných (abiotických) zdrojů
- využívání krajiny (pokles množství využitelné krajiny)

- změny klimatu
- úbytek atmosférického ozónu
- humánní toxicita
- ekotoxicita (sladkovodní, mořská, terestrická)
- tvorba foto-oxidačních látek
- acidifikace
- eutrofizace

Fáze interpretace

Dle KOČÍHO (2010) bývá výstupem LCA studie velké množství různých hodnot, ať již z inventarizace či z hodnocení dopadů životního cyklu. Jelikož forma prezentace dat často jejich význam ovlivňuje, stala se interpretace životního cyklu nedílnou částí studií LCA a získala jistá pravidla. Na obecné rovině se interpretace LCA sestává z následujících okruhů činností:

- strukturalizace dat s ohledem na nejvýznamnější procesy či skupiny procesů a na nejvýznamnější látky;
- provedení analýz citlivosti a zhodnocení nejistot studie;
- diskuse nad smysluplností dat ve vztahu k úplnosti studie a kvalitě vstupních dat;
- závěrečné shrnutí a formulace realistických doporučení,

shrnutých do následujících kroků:

1. identifikace významných zjištění (angl. significant issue);
2. hodnocení (angl. evaluation);
3. formulace závěrů a doporučení.

Během inventarizační fáze a fáze posuzování dopadů byly zákonitě provedeny určité odhady, předpoklady a rozhodnutí, jak v studii pokračovat. Byla přijata určitá zjednodušení či aproximace. Všechny tyto předpoklady musí být zahrnuty do fáze interpretace a vždy musí být stavěny vedle prezentace výsledků (KOČÍ, 2010).

2.4 Konvenční pěstování jahodníku (*Fragaria*)

Jahodník se pěstuje prakticky ve všech státech mírného pásma, ale je také rozšířen v subtropických i tropických oblastech. U nás má pěstování jahodníku dlouholetou tradici, jak ve velkých výsadbách, tak především u drobných pěstitelů. Jahody jsou vhodná surovina pro konzervářský průmysl, ale také jako čerstvé ovoce pro přímý konzum. Začátek pěstování jahodníku spadá až do období starých Římanů a Řeků. K nám se dostal z Francie přes Německo (RYCHTER, 2004). Největšími producenty jahod v Evropě je Španělsko, Polsko, Itálie, Belgie, Německo, Francie, Holandsko a Turecko. V ostatních světadílech je to Maroko, Egypt, Izrael, USA, Čína a Japonsko (VACHŮN, 2004). V tabulce č. 2 jsou zachyceni významní producenti jahod v EU v roce 2010.

Tabulka č. 2: Významní producenti jahod v EU v roce 2010, (EUROSTAT 2011)

Producent	ha	t (v 1000)	t/ha
Polsko	51 800	192	4
Německo	13 600	157	12
Španělsko	7 000	275	39
Velká Británie	4 400 ¹⁾	87 ¹⁾	20 ¹⁾
Finsko	3 300	10	3
Itálie	3 100 ³⁾	56 ³⁾	18 ³⁾
Francie	3 000 ²⁾	44 ²⁾	15 ²⁾
Rumunsko	2 400	19	8
Švédsko	1 900 ³⁾	12 ³⁾	6 ³⁾
Holandsko	1 600	43	27
Belgie	1 500 ³⁾	33 ³⁾	22 ³⁾
Rakousko	1 300	16	13

¹⁾ = 2007, ²⁾ = 2008, ³⁾ = 2009

Zdroj: Dierend, a kol., (2012): Erdbeeranbau, Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 2012, 187 s.

Hektarové výnosy a rentabilita pěstování největších producentů závisí na podmínkách, odrudách a aplikované technologii. Jihoevropské státy produkují více jak 75% jahod pod fóliovými kryty. USA téměř 100%. V Německu se dosahují průměrné výnosy jahod 10,5 t.ha⁻¹, v Itálii 20 t.ha⁻¹, v Belgii 25-30 t.ha⁻¹. Značný pokrok v pěstování udělalo v posledních letech Slovinsko s průměrným hektarovým výnosem kolem 15 t.ha⁻¹ (VACHŮN, 2004).

Do České republiky významně zasahuje dovoz z Polska, Španělska, Německa a Belgie. Výnos udávaný Českým statistickým úřadem (ČSÚ) je 5 tun na hektar. Plocha je podle ČSÚ 1800 hektarů včetně zahrad. Spotřeba se udává 2,8 kg na osobu, přičemž 60 % spotřebovaných jahod pochází z dovozu. Profesionálních pěstitelů je okolo 95 a využívají plochu 480 hektarů. Reálný výnos se pohybuje kolem 11 tun z hektaru (PIKOVÁ, 2012).

2.4.1 Obecná charakteristika rodu *Fragaria*

Jahodník *Fragaria L.* patří do čeledi růžovitých *Rosaceae*, řádu růžokvětých *Rosales*. Charakteristickým znakem rodu *Fragaria L.* je zdužnatělé lůžko, které spolu s nažkami tvoří nepravý plod, jahodu (DLOUHÁ, 2001). Jahodník patří mezi vytrvalé ovocné rostliny prakticky se stálezelenými listy, dosahující výšky 0,15-0,20 m (HARANT, ZACHA, 1986, SUS, 1992). Pěstované odrůdy jahodníku jsou oboupohlavní a samosprašné (RYCHTER, 2004). Rostlinu tvoří listy, odnože (plazivé výhony, šlahouny), květní osy (stvolý) s květy a plody, kořenový krček a kořenová soustava (DLOUHÁ, 2001).

Dle RYCHTERA (2004) rozdělujeme jahodník podle způsobu plodnosti na:

- jednoplodící
- stáleplodící (remontantní)
- měsíční

Většina kulturních odrůd jahodníku je jednoplodících neboli červnových (podle doby, kdy nejčastěji dozrávají). Tyto odrůdy vytvářejí květní pupeny během krátkého dne, kdežto během dlouhého dne vytvářejí odnože (DLOUHÁ, 2001). Stáleplodící odrůdy mají schopnost tvořit květní pupeny bez ohledu na délku dne a za různých teplot, plodí na jaře a pak znovu v letních měsících. Vzhledem

k opakované plodnosti jsou tyto odrůdy náročnější na výživu a vláhu. Odrůdy měsíčního jahodníku jsou schopny plodit opakovaně od začátku léta až do příchodu prvních podzimních mrazíků. Množí se semenem, protože nevytváří odnože, výjimečně se mohou množit dělením trsů. Plody měsíčních jahod jsou drobnější, většinou červené, vyskytují se však i v bílé barvě (RYCHTER, 2004).

2.4.2 Geografické rozšíření

K rodu *Fragaria* patří 45 druhů, které podle původu lze rozdělit na čtyři skupiny: 4 druhy jsou evropské, 15 asijských, 18 západoamerických a 8 východoamerických. Uvedené druhy jsou rozšířeny na severní polokouli, kromě jahodníku chilského *Fragaria chiloensis*, který roste po celém západním pobřeží Ameriky, a to od Aljašky až po Patagonii. Hranice rozšíření jahodníku v Evropě prochází na severu Norskem až po 69. stupeň s. š., na jihu jižní Francií, Itálií a Řeckem. V Africe se nachází jen při severním pobřeží přenesený druh Jahodník obecný *Fragia vesca* (DUŠKOVÁ, KOPŘIVA, 2005).

2.4.3 Význam pěstování

Jahody patří mezi nejoblíbenější drobné ovoce. Pěstujeme je především pro vynikající chuť a aroma, vhodnost pro různé druhy zpracování a především vysoký obsah látek potřebných pro lidský organismus. Plody obsahují tato množství vitaminů: 0,1 mg% B2 – laktoflavinu, 0,3 mg% niacinu, 0,8 mg% karotenu, 0,1 mg% vitaminu K, 0,3 mg% vitaminu B a 60 – 100 mg% vitaminu C (DUŠKOVÁ, KOPŘIVA, 2005). Kromě vitaminů obsahují jahody 41 mg% vápníku, 37 mg% síry, 18 mg% železa, 130 mg% draslíku a 87 mg% fosforu. Dále plody obsahují 1,25 % bílkovin, 4,5 – 8 % cukrů, 6 % ostatních bezdusíkatých látek a 85 % tvoří voda (SMETANA, HRIČOVSKÝ, 1990). Jahodník i jeho plody se uplatňují také v lidovém léčitelství (DUŠKOVÁ, KOPŘIVA, 2005).

2.4.4 Rozmnožování

Velkoplodé jahody se běžně rozmnožují vegetativním způsobem, pomocí odnoží, které se na mateční rostlině tvoří od období kvetení až do ukončení vegetace. Listové růžice na šlahounech zakořeňují při styku s půdou. Kultivary, které neodnožují, se rozmnožují dělením trsů. Pěstování sazenic ze semen

se u velkoplodých odrůd nepoužívá, protože potomstvo není stálé. To znamená, že se mohou projevit znaky původního kultivaru. Ze semen (generativně) se množí pouze drobnoplodé – měsíční jahody, u kterých se vlastnosti rodičů přenášejí na potomstvo (DUŠKOVÁ, KOPŘIVA, 2005).

Sazenice

Podstatnější než celkový vzhled sadby je její zdravotní stav. Dobře narostlá sazenice může v případě přítomnosti mikroskopických patogenů a škůdců velmi brzy zakrnět a způsobit značné snížení úrody. Naopak i málo vyvinutá sazenice, pokud je zcela zdravá, roste bujně a za krátkou dobu při dobré výživě dosahuje vysokých výnosů (HOLAŇ, a kol., 2012). Dobře vyvinutá sazenice musí mít 3-4 listy, hustý svazek kořenů dlouhých nejméně 4-6 cm, silný kořenový krček a co největší srdéčko (DUŠKOVÁ, KOPŘIVA, 2005).

Dle VACHŮNA (2004) se využívají dva druhy sazenic:

1. sazenice nechlazené (tzv. olistěná, zelená, tradiční, klasická, konvenční, šlahounová sadba)
2. sazenice chlazené (tzv. bezlistá, nahá sadba, frigo sadba)

Výroba sadby jahodníku se v posledních deseti letech pohybovala mezi 7 a 8 miliony, pouze v roce 2010 došlo k významnému poklesu pod šest milionů. Nejvíce bylo vyrobeno odrůd 'Elsanta', 'Honeoye', 'Karmen', 'Korona' a 'Ostara' (PIKOVÁ, 2012)

Frigo sadba

Frigo sadba je speciálním způsobem upravená a skladovaná sazenice sklizená v optimálním termínu z hlediska nahromadění zásobních látek. Ve speciálních množitelských závodech odebírají sazenice pozdě na podzim až do zámrazu půdy. Rostliny se zbavují listů a ponechají se jim pouhá srdéčka, z kořenů se důkladně oťepe zemina. Takto upravené sazenice se sváží do balíčků po 100 kusech, uloží do polyetylenových sáčků a skladují v chladicích boxech při teplotě 0 °C až -2 °C po dobu pěti až šesti měsíců (DLOUHÁ, 2001). Kvalitní Frigo sadba vykazuje až dvakrát vyšší počet květů v prvním roce pěstování, protože byla uchovávaná při teplotě -1 až -2 °C a neztratila žádné zásobní látky (HOLAŇ, a kol., 2012).

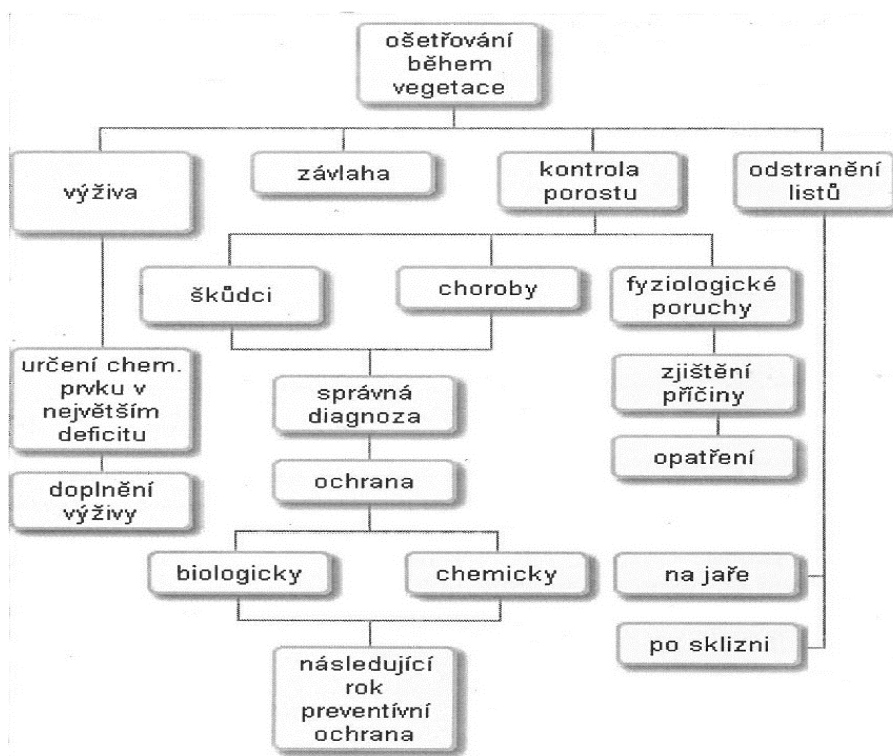
2.4.5 Hlavní pěstitelské zásady

Dle VACHŮNA (2004) způsoby pěstování jahodníku lze posuzovat a rozdělit z více hledisek: pěstování sezónní a mimosezónní, pěstování v polních podmínkách a pěstování pod kryty (fóliovníky, tunely, mikrotunely, skleníky) nebo tradiční pěstování na přirozeně vzniklé půdě a pěstování na speciálně připravených substrátech (substrátová kultura). Autor dále uvádí, že pěstování jahodníku lze i rozdělit podle hospodářského cyklu na krátkodobé (jedno až dvouleté) a na dlouhodobé (tři a více let).

Dle HOLANĚ (2011) tvoří profesionální pěstování čtyři části:

- výběr odrůdy
- výběr stanoviště a příprava půdy
- výsadbu a ošetřování během vegetace (viz. obrázek č. 3)
- postup sklizně a uskladnění

Obrázek č. 3: Ošetřování během vegetace



Zdroj: HOLAŇ, V., a kol.: Jak odborně pěstovat jahody, České Budějovice, 2012, 162 s.

Výběr odrůdy

Pro velkoprodukci se hodí takové odrůdy, které splňují základní kritéria, jimiž je bohatá násada plodů, vysoká objemová hmotnost, rezistence k chorobám, pevnost plodů pro dlouhou přepravu, snadná sklizeň, velikost a vzhled plodů. Na chuťové vlastnosti se hledí téměř v poslední řadě, neboť takové plody bývají často měkké a to by znamenalo nemalou ztrátu při přepravě (HOLANĚ, a kol., 2012). Volba správné a výkonné odrůdy jahodníku je velmi důležitá. Nevhodná odrůda na nevhodném stanovišti nás může i při sebelepší péči naprosto zklamat (HARANT, ZACHA, 1986). Vhodné odrůdy pro velkopěstitele jsou Adriana, Camarosa, Darselekt, Elkat, Everest, Evie 2, Festival, Florence (HOLANĚ, a kol., 2012).

Výběr stanoviště a příprava půdy

Tradiční polní jahodářství se soustřeďuje do rovin, nižších a středních oblastí s ohledem na obdělávání. Na menších plochách lze jahodník dobře pěstovat i v členitém terénu. Doporučují se jihozápadní svahy, kde jsou dobré světelné, teplotní i vlhkostní podmínky. Vhodné mohou být i severní svahy, ale bez výrazných teplotních výkyvů. Nedoporučují se východní a jižní expozice, kde je příliš sucho. Nevhodné jsou mrazové kotliny. Nejvhodnější jsou půdy hlinitopísčité s vrstvou ornice alespoň 25 cm. Protože jahodník je mimořádně náročný na obsah humusu, měl by jeho obsah v půdě být alespoň 2,2 až 2,5 %. Dále potřebuje mírně kyselou půdní reakci (5,5 až 6,5 pH) a za optimální se považuje 600 až 700 mm srážek (DLOUHÁ, 2001).

S přípravou půdy je nejlépe začít nejpozději 16 dní před plánovaným termínem výsadby. Je důležité, aby po několik let pěstování bylo stanoviště bez plevelů, proto musí být plocha nejdříve důkladně zbavena plevelů, např. totálním herbicidem Roundup, Kaput, Dominátor, atd. Po 7-10 dnech chemické aplikace je třeba obohatit půdu o humus rozhozením vyzrálého kompostu, nebo zahradnického substrátu v dávce 10 litrů na 1 m². Následně doplnit plné hnojivo, např. Cererit nebo NPK v dávce 40 g na 1 m². Orbou do hloubky 25 cm se dostanete do půdy potřebný vzduch pro růst kořenů. Pokud je půda málo drobtovitá nebo vodou těžko propustná, vyžaduje do ní přimíchat společně s humusem i písek v dávce 2-3 litry na 1 m² (HOLANĚ, a kol., 2012). Jahodník špatně snáší čerstvý hnůj před výsadbou

i v průběhu pěstování (DLOUHÁ, 2001). Hnůj je vhodné zapravit rok předem k předplodině, samozřejmě s přihlédnutím k její povaze, v dávce 60-80 t.ha⁻¹ (VACHŮN, 2004). Pokud máme půdy zvláště kyselé, je třeba vápnit mletým vápencem jeden až dva roky před výsadbou k předplodině (DLOUHÁ, 2001).

Předplodina

Předplodina má zajistit výživu, půdní strukturu, nepřítomnost plevelů, možnost včasné aplikace průmyslových hnojiv, zpracování půdy a dodržení termínu výsadby (DLOUHÁ, 2001). Jsou to rané zeleniny, cibuloviny a rané brambory. Nevhodnou předplodinou jsou jen jahody, na stejném pozemku by se neměly pěstovat nejméně 2 roky (DUŠKOVÁ, KOPŘIVA, 2005). Dále jsou vhodné opakovaně vysévané plodiny na zelené hnojení. Tyto plodiny (např. luskovinoobilná směska, svazenka, vikev huňatá apod.) vytvoří velkou biomasu a zároveň alespoň částečně snižují zaplevelení jednoletými plevele. Zaorání směsky by mělo být nejpozději šest týdnů před plánovanou výsadbou, aby se organická hmota alespoň částečně rozložila a půda poněkud slehla (VACHŮN, 2004). Jahodám se dobře daří po předplodině hnojené chlévským hnojem nebo kompostem (SMETANA, HRIČOVSKÝ, 1990).

Výsadba

Při zakládání větších plantáží jahodníku se využívá sázecích strojů, v malém se vysazuje ručně (VACHŮN, 2004).

Jahodník lze vysazovat v jakémkoli ročním období, pokud jsou sazenice způsobilé k výsadbě a umožňují tomu klimatické podmínky, což je obvykle od poloviny července do konce září. Některý rok i do konce října. Pro jarní období platí nejpozdější termín do 15. dubna, je-li požadavek dobré sklizně v témže roce.

Jahodník vysazený v červenci vykazuje v následujícím roce o 90% vyšší úrodu v porovnání se srpnovou výsadbou. Správně se vysazuje do vlhké půdy za podmračeného počasí, nebo ve večerních hodinách, do jamek vytvořených sázecí lopatkou, nikoli sázecím kolíkem, který půdu utlačuje a omezuje prorůstání kořenů (HOLANĚ, a kol., 2012). Sazenice vysazujeme do jamek hlubokých 10 až 15 cm a stejně tak širokých. Správně vysazená sazenice nesmí mít srdéčko zakryté zemí, ani příliš vytažené nad povrch půdy. Musí odolat tahu za listy (DLOUHÁ, 2001). Dle VACHŮNA (2004) se pro intenzivní pěstování využívá nejčastěji jedno

a dvouřádkové rozmístění sazenic. Třetí méně používanou možností, je rozmístění záhonové (někdy nazývané luční nebo kobercové).

Nejméně jeden týden po vysazení je třeba udržovat dostatečnou půdní vlhkost nejlépe vydatnou závlahou, aby se voda dostala do hloubky. Přihnojení anorganickými hnojivy během 14 dní po výsadbě je nevhodné, protože by se mladé kořínky hnojivem mohly poškodit. Zakořeňování podporuje půda bohatá na vzduch, vlhkost a bez čerstvého hnojiva nebo humusu. Dva týdny po výsadbě je dobré poprvé doplnit hnojivo NPK v dávce 15g/m² (HOLAŇ, a kol., 2012).

Závlaha

Jahodník je druh s mělkým kořenovým systémem, ale velkou nadzemní částí rostliny. Má poměrně velkou listovou plochu, květy a plody s vysokým obsahem vody. V každém období růstu je náročný na vodu (DLOUHÁ, a kol., 2003). Obecně je nutné dát pozor na kvalitu vody. Nejlepší je voda měkká z ekologicky čistých rybníků a řek. Voda by neměla být kyselá (nízké pH) a měla by mít nízký obsah železa (VACHŮN, 2004). Porostům velmi pomůžeme, budeme-li v době květu zavlažovat méně často, ale vydatně a v době zrání plodů už závlahu tolik nepotřebujeme, naopak dlouhodobé srážky jsou na závadu (DLOUHÁ, a kol., 2003).

Mechanické ošetřování půdy a porostu

Brzy po skončení silnějších mrazů v předjaří a po oschnutí půdy je žádoucí odstranit suché loňské listy speciálními cepáky s kartáči. Listy je nutno vyvézt a zkompostovat. Co nejdříve na jaře je třeba provést první plytké prokypření mezi řádky. Později je žádoucí udržovat černý úhor průběžným plečkováním meziřadí i manipulačních chodníků podle potřeby tak, aby se zkypřil povrch a odstranily se plevele. Pokud se nevyužijí dceřiné rostliny k rozmnožování nebo k propojení dvou nebo více řádků, odřežou se prorůstající šlahouny (stolony, pleiotropické osy, plazivé výhony) zároveň s plečkováním pomocí bočních rotačních talířů (disků). V období dozrávání jahod by se už s půdou nemělo hýbat, aby se nezvyšovala možnost infekce plísní šedou (*Botryotinia fuckeliana*, konidiové stadium *Botrytis cinerea*) (VACHŮN, 2004).

V prvním i druhém roce po výsadbě můžeme především v sušších podmínkách nastýlat (mulčovat) okolo rostlin slámou. Nastýlání omezuje výpar z půdy, zabraňuje

růstu plevelů, snižuje potřebu okopávek a obohacuje půdu o humus (DLOUHÁ, 2001). Při pěstování se také často setkáváme s použitím fólie, která má vliv na lepší růst rostlin a dřívější dozrávání plodů. Můžeme použít bílou nebo černou fólii, výhodnější je však černá, protože zamezuje růstu plevelů. Nevýhodou obou fólií je nepropustnost pro vodu. Z tohoto hlediska je nejvýhodnější černá netkaná textilie, která umožňuje prostupnost srážkové i závlahové vody (RYCHTER, 2004). Jako krycí mulčovací textilie je vhodná Pegas agro 50 UV (s přídavkem UV stabilizátora) s prodlouženou životností na více let (minimálně 2-3 roky). Plošná hmotnost této textilie je 50g.m² (VACHŮN, 2004).

Posekání listů po sběru jahod se všeobecně doporučuje v druhém a třetím roce po vysazení. Zmlazení příznivě působí na „omlazení“ porostu jahod a bohatou násadu plodů v následujícím roce. Posekání, resp. Odstranění listů se provádí velmi brzo po sklizni úrody, aby do podzimu narostla nová listová plocha. Současně je třeba porost jahod přihnojit rychle působícími hnojivy, zejména Ledkem a současně zavlažit. Na 10 m² doporučujeme 0,2 kg ledku. Na malých plochách kosíme ručně kosou, případně srpem. Na větších plochách je možné využít i sekačku na trávu, při nastavení lišty o něco výše, podobně jako i motorovou travní sekačku (SMETANA, HRIČOVSKÝ, 1990).

Sklizně

Dle VACHŮNA (2004) se v ČR v polních podmínkách tradičních pěstitelských oblastí začínají sklizně raných odrůd v prvním týdnu června a u pozdních odrůd asi za 14 dnů. Sklizeň velkoplodých remontantních jahod jsou ve dvou vlnách tj. v červnu a pak podle odrůd od konce července do září až do zámrazu. Měsíční drobnoplodé jahody se sklízí průběžně s poklesem množství plodů v červenci a v závěru vegetace. Sklizeň těchto posledních dvou skupin jahod pouze ručně.

U jednoplodících odrůd, z hlediska postupu při sklizni, jsou tři možnosti:

- sklizeň ruční (s využitím pomocné techniky pro usnadnění sklizně)
- sklizeň mechanizovaná (strojová, pomocí sklízečů, jahodových kombajnů)
- sklizeň kombinovaná (část ručně a část strojově)

Pro přepravu i tržní účely sklízíme plody dva až tři dny před plnou zralostí, tj. středně červené plody, se světle červenou i bělavou špičkou. Během dvou dnů po utržení získají typickou červenou barvu, ale poněkud určitým „podtržením“ utrpí chuť, vůně i aroma (DLOUHÁ, 2001). Sklízí se do malých obalů (loubkových košíků) s objemem 3 kg, které se však plní jen asi 2/3, tj. do hmotnosti plodů 2 kg nebo do tetrapakových obalů na 250-300 g plodů. Sklízí se také do menších krabiček z tvrzeného papíru nebo umělé hmoty, do kterých se vejde 0,3-1,0 kg plodů. Tyto malé obaly se zpravidla předem ukládají do větších obalů (PE), aby se usnadnil jejich transport (VACHŮN, 2004). Spotřeba jahod v České republice je zachycena v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Spotřeba jahod v České republice (na obyvatele za rok)

Potravina	Měrná jednotka	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Index 2011/2010
Jahody zahradní	Kg	1,9	2,0	1,9	3,1	2,8	2,8	2,8	2,8	3,0	103,9

Zdroj: Český statistický úřad, www.czso.cz, 2012

Uskladnění

Možnosti skladování jahod jsou značně omezené. Optimální je co nejrychlejší převoz a uplatnění plodů pro přímý konzum případně zpracování. V teplotách 3-4 °C je možno jahody uchovat asi 1 týden. Při teplotě 0-1,6 °C vydržely jahody až 19 dní (VACHŮN, 2004).

2.4.6 Třídění jahod

Třídění jahod je stanoveno normou ČSN 463031. Platí pro odrůdy jahod rodu *Fragaria L.*, které jsou určeny pro přímý konzum v čerstvém stavu, nikoliv k průmyslovému zpracování. Je harmonizovaná s normou EU. Uvádí se v ní třídy jakosti, dovolené odchylky, třídění podle velikosti a požadavky na balení a označování. Minimálním požadavkem na jakost jahod je, aby plody byly plně vyvinuté, nepoškozené, čisté, čerstvé s kališními lístky a stopkou (kromě jahod

lesních a měsíčních), sklizené v takovém stádiu, aby mohly být doručeny do místa určení v odpovídající jakosti. Jahody se zařazují do třech tříd: výběr, I. jakost a II. jakost (VACHŮN, 2004).

2.4.7 Choroby a škůdci

Jahodník trpí mnoha chorobami a škůdci, jež mohou velmi citelně snížit výnos a kvalitu plodů (DLOUHÁ, 2001). V případě, že se v porostu objeví nějaký škodlivý činitel, je prvotně nutné tohoto původce choroby či poškození správně určit. Bez přesné diagnostiky je samozřejmě nemožné určit správný postup ochrany. V mnoha případech však nestačí jen pouhé rozpoznání příčiny choroby nebo poškození, ale je nutné alespoň v minimálním rozsahu znát životní cyklus škodlivého činitele, abychom věděli, ve které jeho fázi je nejzranitelnější (DUŠKOVÁ, KOPŘIVA, 2005).

Dlouhodobé pěstování jahodníku, zejména odrůd s menší odolností, na jednom stanovišti si nese riziko značné rozšíření chorob a škůdců z přezimujících listů, nebo také z půdy. Proto se využívá tzv. rotace stanoviště (střídání pěstební plochy). Jahodník by se měl pěstovat na jednom stanovišti maximálně 3 roky s následnou přestávkou 1 rok. U množitelských porostů platí rotace každým rokem (HOLANĚ, a kol., 2012).

Než sáhneme po chemickém přípravku, měli bychom se informovat, zda neexistuje nějaký přípravek biologický. Takovýchto přípravků je na našem trhu již celá řada, ať jsou to přípravky na bázi mikroorganismů biologických predátorů či vyráběné z potravinářských surovin. Dále pak je zde celá řada biotechnických pomůcek, jako jsou optické, lepové či feromonové lapače nebo biologické repelenty (DUŠKOVÁ, KOPŘIVA, 2005). Biologická ochrana je pozvolna a dlouhodobě působící oproti chemické. Její samoregulace se proto projeví až za několik měsíců od první aplikace. Obvykle se rovnováha dostatečně nastartuje až po jednom roku (HOLANĚ, a kol., 2012). Použití fungicidů a insekticidů doporučujeme omezit na hospodářsky významné choroby a škůdce (DLOUHÁ, 2001)

K přípravě postřikové kapaliny (jíchy) jsou vhodné plastové postřikovače, nebo rosiče. Nikoli kovové ty totiž chemicky reagují a snižují účinnost. Ještě před jejich náplní musí být čisté včetně jejich trysek. Pro lepší přípravu jíchy je dobré vše

předem rozmíchat v menší taktěž plastové nádobě a přidat smáčedlo, aby kapalina při postřiku přilnula k povrchu listů. Tím se výrazně zvýší účinek. K urychlení vstřebávání látky rostlinami lze přidat síran amonný v dávce 4-5 g/ 10 litrů jichy, což se používá v období pomalého růstu, tedy na podzim (HOLAŇ, a kol., 2012). Na malých pozemcích se přípravky na ochranu rostlin rozprašují obvykle zádovními postřikovači. Na pozemcích s větší výměrou se převážně používají polní postřikovače. Na nich by měly být namontovány trysky, upravené podle jahodníků (vidlice se třemi tryskami = systém tyčí k postřiku jahodníků). (SCHMID, 2010). Seznam nejčastěji používaných fungicidů zachycuje tabulka č. 4.

Tabulka č. 4: Seznam vybraných fungicidů

Název přípravku	Účinná látka	Choroba	Dávkování
Aliette 80 WG	Fosetyl - Al	fytoftora	5g/2 litry vody
Champion 50 WP	Hydroxid měďnatý	bílá skvrnitost	3,5 kg/ha
Kumulus WG	Síra	padlí	0,3-0,4%
Kuprikol 50	Oxichlorid měďnatý	skvrnitost listů	3,5 kg/ha
Minos	Pyrimethanil	plíseň šedá	2,5 litru/ha
Mythos 30 SC	Pyrimethanil	plíseň šedá	25ml/10 litrů vody, 2,5 l/ha
Novozir MN 80 NEW	Mankozeb	bílá skvrnitost	2 kg/ha
Ortiva	Azoxystrobin	antraknóza, padlí	1 litr/ha
Polyversum	Pythium oligandrum	fytoftora	0,1 kg/ha, 0,05%
Rovral aquaflo	Iprodion	plíseň šedá	1,5 litru/ha
Signum	Pyraklostrobin	plíseň šedá	1,8 kg/ha
Talent	Myklobutanil	padlí	5ml/5l vody/100m ²
Teldor 500 SC	Fenhexamid	plíseň šedá	1,5 litru/ha
Thiram Granuflo	Thiram	plíseň šedá	2,5 kg/ha

Zdroj: HOLAŇ, V., a kol.: Jak odborně pěstovat jahody, České Budějovice, 2012, 162 s.

Plíseň šedá (*Botryotinia fuckeliana*)

Jedná se o nejzhoubnější chorobu jahodníku ve všech pěstitelských oblastech světa (DLOUHÁ, a. kol., 2003). Napadá listy, květy a plody s nejintenzivnějšími projevy v době zrání (VACHŮN, 2004). K chemické ochraně se používá Euparen 50 WP (0,25%, 2000 l.ha⁻¹ vody), poprvé když rozkvetne 5 % květů, podruhé v plném květu (asi za týden po prvním postřiku). Vhodný je i postřik přípravky Ronilan 50 WP (0,10%), Rovral 50 WP (0,10%), Mythos 30 SC (0,25%) a Sumilex 50 WP (0,10-0,20%) při použití 1000 – 2000 l.ha⁻¹ vody (VACHŮN, 2004). Je třeba mít na zřeteli nutnost dodržení ochranné lhůty, která bývá až 21 dnů. Je třeba se řídit pokyny uvedenými v seznamu povolených přípravků, který se vydává každý rok (DLOUHÁ, a kol., 2003).

Antraknóza jahodníku (*Colletotrichum acutatum*)

Antraknóza jahodníku patří spolu s plísní šedou k hospodářsky nejvýznamnějším chorobám jahodníku. Úspěšná ochrana jahodníku proti antrakóze kombinuje všechna dostupná opatření zahrnující jak nepřímá opatření, tak i přímé použití chemických přípravků (HOLANĚ, a kol., 2012). Spočívá hlavně v čistotě materiálu pro výsadbu a výběru vhodné polohy a pozemku. Doporučuje se minimální dusíkaté hnojení, nastýlání v řádcích a zálaha spíše podmokem než postřikem (DLOUHÁ, a kol., 2003). Z chemických přípravků se v současné době považují za nejúčinnější fungicidy na bázi stribilurinů azoxystrobin a pyraclostrobin. Dobrých výsledků bývá také dosaženo s pesticidy obsahujícími např. captan, cyprodinil, fludioxonil, případně boscalid (HOLANĚ, a kol., 2012).

Fytoftorová hniloba kořenů jahodníku (*Phytophthora fragariae*)

Houba způsobuje u některých odrůd jahodníku hnilobu kořenů, takže rostliny na jaře náhle vadnou a odumírají (DUŠKOVÁ, KOPŘIVA, 2005). Preventivním opatřením je nesázet na těžké půdy, nepěstovat jahodník na stejném stanovišti aspoň pět let, střídat plodiny a odstraňovat nemocné rostliny. Škodlivá je i abundantní zálaha. Při dovozech je nutné dodržovat platné fytoosanitární předpisy (VACHŮN, 2004). Pro chemickou ochranu je v ČR registrován přípravek Aliette 80 WG, který se používá k namáčení kořenů sazenic před výsadbou, nebo se aplikuje jako pásová zálivka po zakořenění sazenic.

Z biopreparátů lze použít přípravek Polyversum, kde je účinnou látkou mikroskopická mykoparazitická houba *Pythium oligandrum*. Aplikuje se stejně, jako fungicid Aliette 80 WG – tedy buďto máčením sazenic nebo pásovou závlahou po výsadbě. Půda by měla být v době aplikace spíše vlhčí (HOLANĚ, a kol., 2012).

Květopas jahodníkový (*Anthonomus rubi*)

Květopas jahodníkový patří k nejznámějším a nejběžnějším škůdcům jahodníku. Vyskytuje se nejen na území naší republiky, ale je prakticky rozšířen po celé Evropě. Uvádí se, že při silném výskytu dokáže zničit 50 – 80 % úrody. K ošetření lze využít přípravky na bázi neonikotinoidů. V ČR je do jahodníku k ochraně proti květopasu, registrován insekticid Calypso 480 SC (HOLANĚ, a kol., 2012).

Roztočník jahodníkový (*Tarsonemus fragariae*)

Roztočník jahodový je velmi rozšířený a potenciálně nebezpečný škůdce jahodníku. Základem ochrany je výsadba zdravé, certifikované, roztoči nenapadené sadby. Důležitá je také prostorová a časová izolace. Nové výsadby by se neměly zakládat na tomtéž pozemku dříve než za tři roky (HOLANĚ, a kol., 2012).

K přímé ochraně proti roztočíkovi jahodníkovému je možné využít jak biologické preparáty, tak chemické přípravky. K významným bioagens patří draví roztoči *Typhlodromus pyri*, *Amblyseius cucumeris* a *Amblyseius californicus* (HOLANĚ, a kol., 2012). S chemickou ochranou je třeba začít hned v době rašení. Je nutné použít vysoký objem vody na jednotku plochy (2000 l/ ha) a zvýšit tlak postřikové tekutiny (DLOUHÁ, a kol., 2003). V ČR jsou v současné době proti roztočíkovi registrované do jahodníku akaricidní přípravky Sanmite 20 WP (pyridaben) a Vertimec 1,8 EC (abamectin) (HOLANĚ, a kol., 2012).

2.4.8 Plevel

Přítomnost plevelů v porostu jahodníku může znamenat nemalé snížení úrody vlivem odběru živin a vytvoření prostředí pro rozvoj chorob a škůdců. Předpokladem dobré sklizně po několik let je proto zajištění bezplevelného stanoviště a výsadba s použitím umlčovacích fólií. K odstranění veškerých jednoletých i vytrvalých plevelů se několik týdnů před založením jahodárny používá chemické odplevelení

totálním herbicidem (Roundup, Touchdown). Oba přípravky obsahují přitom stejnou účinnou látku Glyphosate, odlišují se pouze doprovodnými látkami, jež např. urychlují vstřebávání. Likvidaci plevelů je však potřeba provést vícekrát s časovým odstupem, neboť účinná látka nepůsobí na semena, ale přes zelené části rostlin (HOLANĚ, a kol., 2012).

Ve druhém roce, ještě před vzejitím plevelů, se použije některý z povolených půdních herbicidů (Stomp, Venzar) a podle potřeby některý z kontaktních herbicidů nebo po sklizni plodů Graminacid (DLOUHÁ, a kol., 2003). Seznam vybraných selektivních a totálních herbicidů je uveden v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5: Seznam vybraných selektivních a totálních herbicidů

Název přípravku	Účinná látka	Plevel	Dávkování
Agil 100 EC	Propachizafop	jednoleté	0,5-0,8 litru/ha
		Pýr plazivý	1,2-1,5 litru/ha
Focus Ultra	Cykloxydim	jednoleté	1-1,5 litru/ha
		Pýr plazivý	4 litry/ha
Lontrel 300	Klopyralid	Pcháč oset	7,5 ml/10 litrů vody
		dvouděložné	4ml /100m ²
Roundup Biaktiv	Glyphosate	veškerý zelený porost	3-5 litru/ha
Stomp 330 E	Pendimethanil	jednoleté	4-5 litru/ha

Zdroj: HOLANĚ, V., a kol.: Jak odborně pěstovat jahody, České Budějovice, 2012, 162 s.

2.5 Ekologicky pěstované jahody

Jahody mají mezi bobulovinami z hospodářského hlediska největší význam. Jejich obliba u spotřebitelů je značná. Jahody se k nim dostávají jak přímým prodejem, přes velkoobchody, dále s přírodními produkty a také samosběrem (SCHMID, 2010).

škody pozdní mrazíky v době květu. Na pozemcích, které se nacházejí v blízkosti lesního porostu, zvyšuje problémy květopas jahodový (SCHMID, 2010). Nejvhodnější jsou půdy hlinitopísčité s vrstvou ornice alespoň 25 cm. Protože jahodník je mimořádně náročný na obsah humusu, měl by jeho obsah v půdě být alespoň 2,2 až 2,5 %. Dále potřebuje mírně kyselou půdní reakci 5,5 až 6,5 pH (DLOUHÁ, 2001).

Předplodina

Jahoda citlivě reaguje na půdní houbové choroby. Mezi dvěma výsadbami jahod by měla být minimálně tři až čtyřletá přestávka, v případě kontaminace červenou hnilobou kořenu by se mělo opět začínat s pěstováním minimálně až po patnáctileté přestávce. Vhodnou předplodinou je jednoroční zatravnění, pohanka, obilí, jednoroční zelené hnojivo nebo zimní zelenina (např. pórek). Jako předplodiny jsou nevhodné značně zaplevelené porosty, louka (kvůli plevelu, ponravám, drátovcům a háďátkům) a plodiny, které zanechávají půdu s nevhodnou strukturou jako cukrová řepa nebo kukuřice (SCHMID, 2010).

Osevní postup má v ekologickém zemědělství ústřední roli, má být utvořený tak mnohostranně a vyváženě, aby plnil následující funkce:

- Dosažení půdní úrodnosti
- Výživa zvířat vlastními statkovými krmivými
- Docílení ekonomicky únosných výnosů bez nasazení chemických hnojiv, pesticidů a růstových látek
- Pěstování zdravých rostlin
- Potlačení plevelů (NEUERBURG, PADEL, 1994).

Zpracování půdy

Půda nesmí být při obdělávání příliš vlhká ani příliš suchá. Namísto pluhu je lepší používat redukované půdo-ochranné metody zpracování. U půd se správnou strukturou je dostačující hloubka obdělané půdy 10 až 15 cm. Těsně před výsadbou bychom neměli do půdy zapracovávat rostlinný materiál, slámu nebo nezetlený hnůj, v opačném případě musíme počítat s přibrzděním růstu. Vyzrálý hnůj nebo správně zetlený kompost naopak dobře působí na strukturu půdy a na růst samotných rostlin (SCHMID, 2010).

Odrůdy

První zásadou při výběru druhů a odrůd je určení vhodnosti pro dané stanoviště. Z podmínek stanoviště lze odvodit potřebu konkrétních znaků tvorby výnosů a schopností eliminovat tlak škodlivých činitelů. Důkladná znalost požadavků jednotlivých rostlinných druhů na prostředí (srážkové a teplotní poměry, hloubka půdy, půdní druh, půdní reakce, zásobenost živinami atd.), ale i vlastností (ranost, rychlost růstu, odolnost proti chorobám a škůdcům, poléhání, konkurence proti plevelům atd.), je nezbytnou podmínkou pro výběr druhu a odrůdy. Vhodný výběr je předpokladem eliminace stresů a harmonického vývoje kulturních rostlin (URBAN, ŠARAPATKA, a kol., 2003). Mezi vhodné odrůdy pro ekologické zemědělství dle DOHNÁLKOVÉ (2009) patří na základě výsledků pokusů v ekologické produkci v Rakousku odrůdy Honeoye a Symphony.

SCHMID (2010) uvádí, že nejdůležitějším kritériem při výběru sadby je:

- vysoká kvalita vnitřku plodů;
- vysoká odolnost vůči škodlivým organizmům;
- záruka vysokého výnosu.

Vhodnost odrůdy jahod rozhodujícím způsobem závisí na půdních poměrech, klimatických podmínkách a způsobu prodeje. Proto není možné k odrůdám jahod předávat doporučení, která by měla všeobecnou platnost. Každý pěstitel musí získat své zkušenosti s odrůdami podle individuálních podmínek v dané lokalitě. Přesto existují odrůdy, které se v minulosti osvědčily v ekologickém pěstování a jsou značně rozšířeny (SCHMID, 2010). Autor dále popisuje výhody a nevýhody použití zelených sazenic a frigo sadby v systému ekologického zemědělství.

Zelené sazenice

Výhody:

- Obvykle méně nepříjemností se škodlivými organizmy v půdě;
- Pozdní termín výsadby, lze vysadit předplodinu.

Nevýhody:

- Vysoká cena sazenic;

- Komplikovaná přeprava;
- Po vysazení je nezbytné zavlažování.

Frigo sazenice

Výhody:

- Levnější sazenice;
- Relativně pružná doba výsadby;
- Dostatek času na předchozí likvidaci plevelů (není však možné pěstovat předplodinu);
- Po vysazení není vždy nutné provádět zavlažování;
- Snadná přeprava

Nevýhody:

- Vyšší náchylnost ke škodlivým organizmům v půdě;
- Delší doba růstu v roce výsadby (a tedy více práce s likvidací plevelů);
- Pokud sazenice vysadíme brzy, začnou se ve značné míře tvořit nežádoucí šlahouny;
- Plody se sklízí o trochu později.

Výsadba

Při bio pěstování se doporučuje osázení pouze v jedné řadě na hrůbcích. Na hrůbcích se dvěma řadami rostlin, plody osychají pomaleji, čímž se zvyšuje nebezpečí chorob – zejména z důvodu šedé plísně. Optimální hloubka vysazování má pro vývoj rostliny zásadní význam. Po zalití nesmí být vidět kořenový krček a srdce nesmí být zakryto zeminou. Vzdálenosti mezi rostlinami záleží na systému výsadby, růstových vlastnostech jednotlivých odrůd a na používaných strojích. Sousedící rostliny v řádku by se měly při úplném nárůstu listů dotýkat pouze lehce (SCHMID, 2010).

Porost s běžnými rostlinami

- Vzdálenost mezi řádky: 80 až 110 cm,
- Vzdálenost mezi rostlinami v řádku: 25 až 40 cm;

- U řídky vysazených odrůd lze zvyšovat výnos na ploše tak, že u každé rostliny založíme do řádku jeden šlahoun a budeme o něj pečovat jako o mateřskou rostlinu (SCHMID, 2010).

U jahod je rozšířena jak jednoletá (= rok vysazení a úroda v dalším roce), tak i dvouletá výsadba (rok vysazení a úroda v dalších dvou letech). Jednoletá výsadba má oproti dvouleté výsadbě následující výhody:

- Méně problémů s napadením kořenů, šedou plísní, skvrnitostí listů, padlím a roztoči;
- Větší plody a tím méně námahy při trhání;
- Nižší náklady na likvidaci plevelů;
- Sklizeň začíná dříve.

Dvouletá výsadba je za předpokladu, že je zdravá, vhodná:

- U odrůd s nižší tvorbou květů a velkými plody (např. Darselect);
- Při pěstování se samosběrem;
- U výsadby na přípravném záhonu;
- Případně při výsadbě na hrůbcích (SCHMID, 2010).

U dvouleté výsadby byste měli na jaře otrhat listy, snížíte tím riziko výskytu bílé skvrnitosti. Podle nejnovějších poznatků se z hlediska hospodárnosti práce doporučuje likvidovat staré listy pouze na jaře druhého roku – namísto jako doposud po sklizni a pak na jaře (SCHMID, 2010).

Pěstování na slámě

Vrstva slámy, která se nachází pod jahodníky, udržuje plody v čistotě a zabraňuje šíření šedé plísně. Sláma také zadržuje vlhkost půdy, což však může být i nevýhoda, zamezuje růstu plevelů a po slámě můžeme na poli i lépe chodit. Slámu (70 až 100 kg na 100 m²) rozhazujeme krátce předtím, než zrající jahody klesnou až k zemi (SCHMID, 2010).

Výživa a hnojení

Jahody potřebují ve srovnání s polními plodinami malé množství živin. U běžně ošetřovaných půd a půd s vhodným osevním postupem nebo předplodinou často vůbec nevyžadují žádné dodatečné živiny. Přesto doporučujeme provádět

minimálně každých pět let na pozemcích, využívaných k pěstování jahod, analýzu půdy (základní průběh: zásobní živiny P, K, Ca, Mg, hodnota pH, obsah humusu). Jahody potřebují ve srovnání s ostatními druhy bobulovin více draslíku (SCHMID, 2010). Jahodník špatně snáší čerstvý hnůj před výsadbou i v průběhu pěstování (DLOUHÁ, 2001). Hnůj je vhodné zapravit rok předem k předplodině, samozřejmě s přihlédnutím k její povaze, v dávce 60-80 t.ha⁻¹ (VACHŮN, 2004).

Plevele

Předplodina má podstatný vliv na zaplevelení pozemků s vysázenými jahodníky. Ke snížení výskytu plevelu se půda plením, udržuje nakypřená nebo se zakrývá mulčovací fólií. Zůstane-li půda nezakryta, plevel se likviduje co možná nejdříve ve stádiu se dvěma až třemi lístky plečkou nebo vypálením mezi řádkami. V řádcích se pleje ručně, zároveň se odřezávají i šlahouny (SCHMID, 2010).

Skladování

Jahody je potřeba sklízet za časného rána, aby se mohly prodávat co možná nejčerstvější. Plody jsou ještě chladné a lze je lépe uchovávat. Výkon, dosahovaný při trhání, závisí ve značné míře na odrůdě, výnosu a sběračích a měl by se pohybovat kolem 10 kg na osobu za hodinu. Jahody bychom měli ihned po sklizni prodat. K jednodennímu až dvoudennímu uskladnění / nebo přepravě používáme pokud možno pouze ne úplně vyzrálé plody a co možná nejrychleji zchlazené na teplotu 5° C. Pokud je třeba předpokládat dobu uskladnění delší než dva dny, jsou hned od počátku zapotřebí teploty 0 až 2° C a relativní vlhkost vzduchu 90% (SCHMID, 2010).. Produkce a výnos jahod na ekofarmách je zachycena v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Produkce a výnos jahod na ekofarmách v ČR v roce 2011

Plodina	Počet Ekofarem ¹⁾	Období konverze	Ekologický režim	Celkem	Ekologická produkce	Ekologické výnosy
		(ha)	(ha)	(ha)	(t)	(t/ha)
Jahody	24	2,89	2,71	5,60	8,05	2,97

¹⁾ Počet ekofarem, které mají plochy dané plodiny již v ekologickém zemědělství

Zdroj: HRABALOVÁ, a kol. (2012), Statistické šetření na ekologických farmách ÚZEI 2011

3. MATERIÁL A METODIKA

Diplomová práce se zabývala porovnáním pěstitelských technologií při pěstování jahod produkovaných konvenčním a ekologickým systémem hospodaření ve vztahu k produkci skleníkových plynů. Cílem práce bylo ověřit hypotézu, zda bude z environmentálního hlediska vhodnější konzumovat jahody z regionální produkce nebo dovezené.

K výpočtu environmentálního dopadu byl použit softwarový program SIMAPro. Tento nástroj využívá databáze Ecoinvent a slouží k modelování životního cyklu daného výrobku v souladu s ČSN EN ISO 14040 a ČSN EN ISO 14044. Vstupy a výstupy byly vztaženy k jednotce jednoho hektaru a výsledná hodnota byla přepočtena na 1 kg jahod. Výstupem byl výnos z hektaru a vstupem technologické operace a množství hnojiv.

Dílčí kroky:

1. Výběr pěstitele
2. LCA modelovaná surovina

3.1 Výběr pěstitele

Pro výpočet byly použity konkrétní údaje získané formou interview od tří pěstitelů jahod, používajících typické pěstitelské postupy. Data od pěstitelů byla porovnána navzájem a s literární rešerší tak, aby byly vybrány co nejrepresentativnější údaje.

3.2 Životní cyklus výrobku (LCA) - jahody

Tato práce není komplexní studií LCA, zabývá se pouze jednou kategorií – změnou klimatu, vlivem skleníkových plynů, které se přepočítávají na kilogram ekvivalentu oxidu uhličitého.

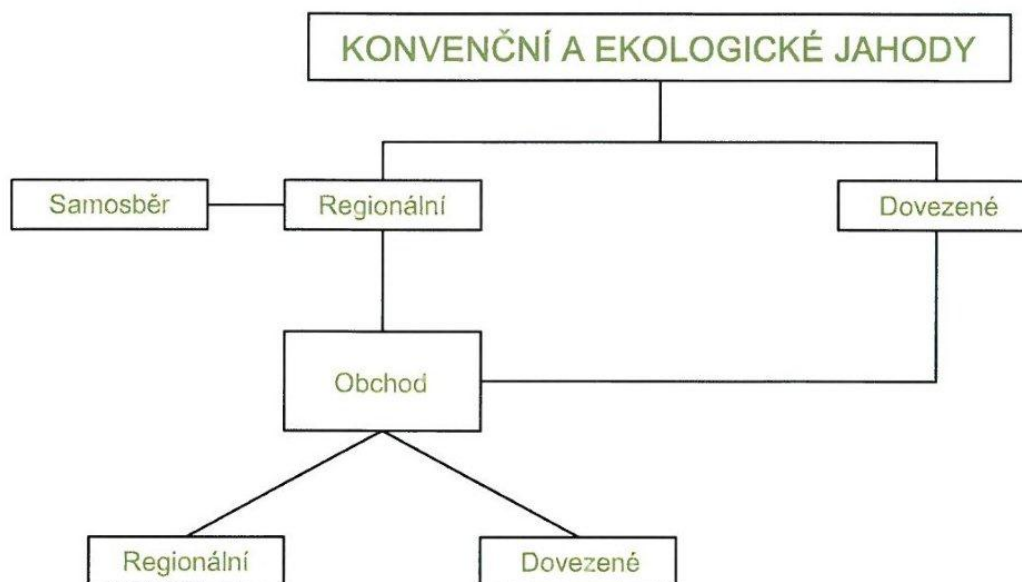
3.2.1 Definice cílů a rozsahu

Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv jednotlivých agrotechnických faktorů na zatížení životního prostředí emisemi skleníkových plynů v konvenčním a ekologickém systému hospodaření a dále ověřit hypotézu, zda bude z environmentálního hlediska vhodnější konzumovat jahody z regionální produkce nebo dovezené.

Do cílové skupiny, které jsou výsledky práce adresovány, patří konzumenti a zemědělci. Účelem studie je zpřístupnění informací o možnosti volby potravin a jejich vlivu na životní prostředí, co největšímu počtu lidí takovým způsobem, aby pak sami mohli kvalifikovaně rozhodnout, které potraviny chtějí konzumovat.

Produkty dělíme podle způsobu pěstování na konvenční a ekologické a dle původu na regionální a dovezené. Grafické rozdělení produktů znázorňuje obrázek č. 5.

Obrázek č. 5: Grafické znázornění dělení produktů



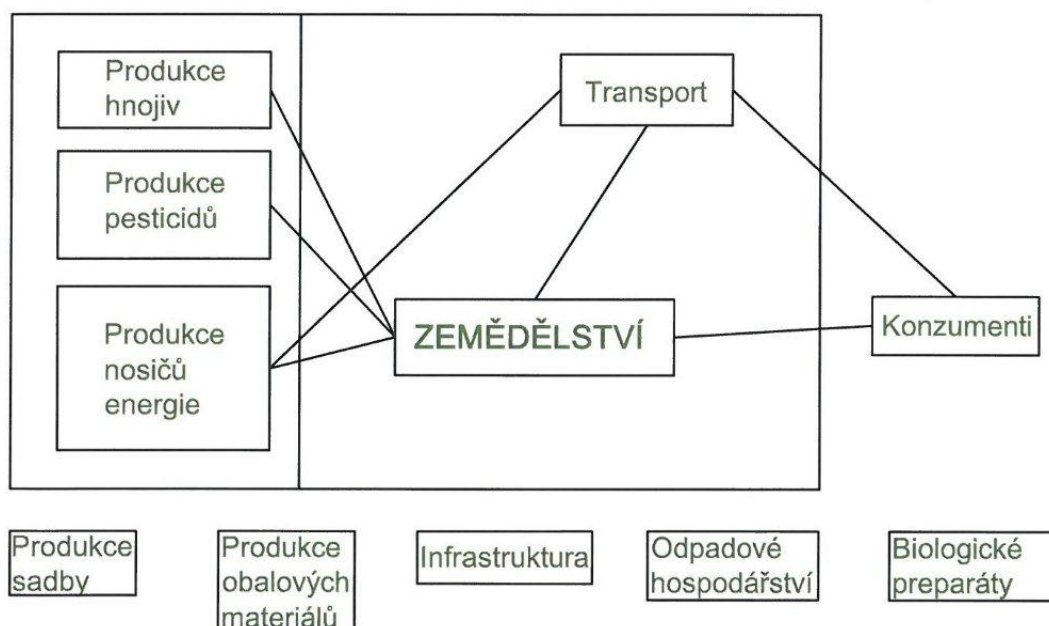
Funkční jednotka

Za funkční jednotku byl zvolen 1 kg jahod.

Hranice systému

V této práci byly zpracovány dva systémové procesy (zemědělství, transport). Celkové znázornění je vyobrazeno na obrázku č. 6. Mezi předřazené procesy byly zahrnuty produkce minerálních hnojiv, produkce pesticidů a produkce nosičů energie. Předřazené procesy v našem systému znamenají, že byly započítány do systémových hranic výroby a jejich environmentální dopady, ke kterým nebyla zjišťována primární data a byla využita data z databáze Ecoinvent. Mimo hranice systému byly zařazeny procesy odpadového hospodářství, produkce sadby, produkce obalových materiálů, biologické preparáty na ochranu rostlin a infrastruktura.

Obrázek č. 6: Hranice systému



Kvalita dat

Geografický rozsah: primárně byla využívána data z České republiky, která byla doplněna o data z databáze Ecoinvent.

Časový horizont: primární data byla získána v letech 2011 – 2013 a sekundární data v letech 2000 – 2013.

Technologický rozsah: byla vybírána taková data, která svým charakterem odpovídají průměrně využívaným technologiím.

Alokační postupy

V této práci nebyly využity žádné alokační postupy.

3.2.2 Inventarizační analýza

V inventarizační analýze byla použita data týkající se všech vstupů a výstupů z životního cyklu produktu.

Primární data

Pro sběr primárních dat bylo použito dotazníkové šetření. Vypracovaný dotazník byl odeslán konvenčním a ekologickým zemědělcům, případně s nimi byl vyplňován osobně.

Sekundární data

Vzhledem k malému počtu zpracovaných dotazníků byla primární data vyhodnocována a porovnávána s daty z odborné literatury. Zdrojem sekundárních dat byly normativy zemědělských výrobních technologií, metodika pěstitelských technologií, odborná literatura, systémová databáze.

Popis vstupů a výstupů

Do výpočtů byla započítána data z předřazených procesů, ke kterým nebyla zjišťována primární data, ale byla využita data z databáze Ecoinvent. Do předřazených procesů byla započítána produkce minerálních hnojiv, produkce pesticidů, produkce nosičů energie.

Data týkající se systémových procesů byly získány na základě vlastního dotazníkového šetření, interview, z odborné literatury a použitím dat z databází.

Zemědělství

Proces zemědělství je složen z více dílčích procesů (operace na poli, zemědělské vstupy a emise vzniklé z aplikace dusíkatých hnojiv). Na základě dotazníkového šetření a rozhovorů se zemědělci byla zjištěna spotřeba paliv a počet opakování jednotlivých operací za jeden vegetační cyklus. Pomocí těchto informací a hodnot získaných z databáze Ecoinvent, byl v programu MS Excel

vypočten počet kg ekvivalentu oxidu uhličitého na kilogram jahod (CO₂ eqv. na 1 kg jahod). Hodnoty parametrů vztažených k jednotlivým procesům byly přepočítány na 1 kg vypěstovaných jahod. Mezi polní operace byly řazeny všechny operace, které jsou spojené s pojezdem po poli. Kromě spotřeby pohonných hmot bylo nutné započítat množství a druh hnojiv, množství a druh použitých herbicidů a pesticidů. Na základě dotazníkového šetření a rozhovorů se zemědělci byla zjištěna spotřeba těchto přípravků na hektar a společně s hodnotami z databáze Ecoinvent, bylo vypočteno množství kg eqv. CO₂ na 1 kg jahod.

Při aplikaci minerálních a organických dusíkatých látek dochází k uvolňování přímých a nepřímých emisí N₂O. Tyto emise byly spočítány dle metodiky IPCC (DE KLEIN, 2006), doplněné o český národní report k inventarizaci skleníkových plynů, sekce 2009). Parametry nutné k výpočtu jsou uvedeny v tabulce č. 7. Metodika je popsána v tabulce č. 8. Emise vzniklé z aplikace pesticidů na pole jsou zanedbatelné a nebylo s nimi v procesu počítáno.

Tabulka č. 7: Parametry použité při výpočtu IPCC metodiky (Zdroj: DE KLEIN, 2006, definováno JAREŠOVOU, 2011)

Parametr	Použitá hodnota	Zdroj
EF1	0,0125	český národní report
EF4	0,01	český národní report
EF5	0,025	český národní report
FracGASF	0,1	český národní report
FracGASM	0,2	český národní report
FracLEACH	0,3	český národní report

Tabulka č. 8: Metodika IPCC pro výpočty emisí oxidu dusného (Zdroj: DE KLEIN, 2006, přeloženo JAREŠOVÁ, 2011)

3.3.2.1.1.1.1 celkové emise oxidu dusného	
$N_2O = N_2O_{DIRECT} + N_2O_{INDIRECT}$	
$N_2O_{PŘÍMÉ}$ roční přímé emise z obdělávané půdy (kg N/ha) $N_2O_{NEPŘÍMÉ}$ roční nepřímé emise z obdělávané půdy (kg N/ha)	
přímé emise oxidu dusného	
$N_2O - N_{DIRECT} = (F_{SN} + F_{ON}) * EF_1$ $N_2O_{DIRECT} = N_2O - N_{DIRECT} * (44/28)$	
F_{SN} roční dávka syntetických hnojiv (kg N/ha) F_{ON} roční dávka organických hnojiv (kg N/ha) EF_1 emisní faktor pro emise oxidu dusného (kg $N_2O - N$)	
syntetická hnojiva	organická hnojiva
$F_{SN} = N_{FERT} * (1 - Frac_{GASF})$	$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$
N_{FERT} : roční množství aplikovaného hnojiva (kg N/ha) $Frac_{GASF}$: frakce dusíkatých ztrát přes NH_3 a NO_x	F_{AM} : roční množství aplikovaného (kg N/ha) F_{SEW} : roční množství aplikovaného živočišného odpadu (kg N/ha) F_{COMP} : roční množství aplikovaného kompostu (kg N/ha) F_{OOA} : roční množství jiného aplikovaného organického hnojiva (kg N/ha)
nepřímé emise oxidu dusného	
$N_2O - N_{INDIRECT} = N_2O_{(G)} + N_2O_{(L)}$ $N_2O_{INDIRECT} = N_2O - N_{INDIRECT} * (44/28)$	
$N_2O_{(G)}$ emise z atmosférické depozice NH_3 a NO_x (kg N/rok) $N_2O_{(L)}$ emise způsobené průsakem a splachem N (kg N/rok)	
atmosférická depozice	průsak a splach
$N_2O_{(G)} = [(F_{SN} * Frac_{GASF}) + (F_{ON} * Frac_{GASM})] * EF_4$	$N_2O_{(L)} = (F_{SN} + F_{ON}) * Frac_{LEACH} * EF_5$
$Frac_{GASF}$: Frakce syntetického N, který volatilizuje jako NH_3 and NO_x , kg $NH_3 - N$ a NO_x $Frac_{GASM}$: frakce organického N, který volatilizuje jako NH_3 a NO_x , EF_4 : emisní faktor pro N-volatilizaci	$Frac_{LEACH}$: Frakce dusíkových ztrát skrz průsak a splach EF_5 : emisní faktor pro průsak a splach

Transport

Do procesu transport byl zahrnut proces dopravy, který byl definován pomocí typu auta, spotřeby pohonných hmot, ujeté vzdálenosti a množství přepraveného nákladu. V MS Excel bylo opět pomocí údajů z databáze spočítáno množství CO₂ eqv. na 1 kg vypěstovaných jahod.

3.2.3 Posuzování dopadu

Výpočet emisí oxidu uhličitého byl proveden metodou ReCiPe midpoint (H) Europe v programu SimaPro. Metoda byla naposledy aktualizována v listopadu 2009 a momentálně disponuje nejnovějšími zveřejněnými údaji o potenciálech skleníkových plynů. Midpoints jsou indikátory účinnosti, které rozlišují mezi emisemi škodlivin a vlastním poškozením, např. potenciál skleníkových plynů, okyselení a tvorba ozónu. Endpoints nebo také „kategorie škod“ se vztahují přímo na škody, např. poškození lidského zdraví, ekologických systémů nebo zdrojů. Spojení obou rovin do jedné metody pak vytváří solidní základ pro provedení ekologické bilance.

Dle JAREŠOVÉ (2011) se při výpočtu pomocí metody ReCiPe 2008 berou v potaz tři perspektivy:

- Individualista (I): posuzuje krátký časový horizont a nezpochybnitelný typ účinku
- Hierarchista (H): založeno na obvyklých principech
- Egalitarián (E): používat jen s opatrností, protože jsou aplikovány dlouhé časové horizonty a ne zcela úplně vyvinuté typy účinku

Na základě zkušeností z praxe a na základě adaptace ISO 14044 byla zvolena perspektiva H v časovém horizontu 100 let.

3.2.4 Interpretace životního cyklu produktu

Cílem poslední fáze LCA je prezentace výsledků studie, zhodnocení její kvality a zdůraznění významných problémů v životním cyklu produktu. Následující kapitola popisuje výsledky získané při provádění LCA analýzy u jahod.

4. VÝSLEDKY

V kapitole výsledky jsou zpracována vstupní data, která byla zjištěná na základě dotazníkového šetření, odborné literatury a konzultací s odborníky. Veškerá vstupní data odpovídají průměru pro Českou republiku a do výsledku byl započítán celý tříletý životní cyklus jahodníku. Vstupní data pro konvenční systém jsou uvedena v příloze č. 1 a v příloze č. 2 jsou uvedena data pro systém ekologický.

Zemědělství – vstupní údaje

Výnos

Konvenční výnos jahod se pohybuje dle PIKOVÉ (2012) kolem 11 t/ha. Dotazovaní konvenční zemědělci KŘÍŽ (2013) uvedl výnos 10 t/ha a NOUZA (2012) 10 t/ha. Český statistický úřad (ČSÚ) udává výnos 5 t/ha. Pro výpočty byl použit průměrný konvenční výnos jahod dle (ČSÚ) 5 t/ha. Průměrný roční výnos z ekologického zemědělství je dle statistického šetření ÚZEI (2011) 2,97 t/ha. Pro výpočty byl použit tento průměr.

Hnojiva

Při pěstování konvenčních jahod se kombinuje používání organických hnojiv s hnojivy minerálními, při pěstování ekologických jahod se používají pouze organická hnojiva. Spotřeba hnojiv byla zjištěna z dotazníkového šetření u zemědělců a porovnána s daty z literatury.

Transport

Transport byl rozdělen na kategorie regionální a dálkový. Průměrná vzdálenost z jahodárny do obchodu činí 50 km. S touto vzdáleností bylo počítáno jako s regionální. Do kategorie dovezené byl zařazen dovoz jahod ze Španělska, odkud jsou nejčastěji dováženy. Vzdálenost z České republiky do Španělska činí 2000 km. Množství nákladu v kg a spotřeba paliva v l/100 km byla zjištěna z dotazníkového šetření.

Agrotechnické operace

Počet agrotechnických operací a spotřeba paliva v l/ha byly zjištěny z dotazníkového šetření a z odborné literatury a je v nich zachycen celý tříletý cyklus pěstování.

Emise N₂O

Při aplikaci minerálních a dusíkatých hnojiv se uvolňují přímé a nepřímé emise N₂O, které byly vypočítány na základě metodiky IPCC popsané v kapitole materiál a metodika. Vstupní údaje pro konvenční zemědělství jsou zobrazeny v tabulce č. 9 a v tabulce č. 10 pro ekologické zemědělství.

Tabulka č. 9: Množství čistého N v kg/ha v rámci konvenčního zemědělství

Množství čistého N v kg/ha	
Syntetický N	Organický N
195	210

Zdroj: Zemědělci, expertní ověření, literární ověření

Tabulka č. 10: Množství čistého N v kg/ha v rámci ekologického zemědělství

Množství čistého N v kg/ha	
Syntetický N	Organický N
0	336

Zdroj: Zemědělci, expertní ověření, literární ověření

Zemědělství - výstupní údaj

Získaná data byla přepočtena na CO₂ eqv. v programu MS Excel za pomoci údajů z databáze Ecoinvent, která je využívána programem SimaPro. Využito bylo těchto výpočtů, které nadeřinovala JAREŠOVÁ (2011):

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (agrotechnické operace)} = (\text{DI} * (\text{ev (DI)} + \text{es (DI)}) / \text{V}$$

Kde DI, je spotřeba pohonných hmot v kg na ha, ev (DI) emise eqv. CO₂ z výroby 1 kg pohonných hmot, es (DI) emise eqv. CO₂ ze spálení 1 kg pohonných hmot a V je hektarový výnos.

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (hnojiva)} = (\text{H} * \text{ev (H)}) / \text{V}$$

Kde H je množství daného hnojiva na ha, ev (H) emise eqv. CO₂ z výroby 1 kg daného hnojiva a V je hektarový výnos.

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (pesticidy)} = (\text{P} * \text{ev (P)}) / \text{V}$$

Kde P je množství daných pesticidů na ha, ev (P) emise eqv. CO₂ z výroby 1 kg daného pesticidu a V je hektarový výnos.

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (polní emise)} = (\text{N}_2\text{O} * \text{GWP (N}_2\text{O)}) / \text{V}$$

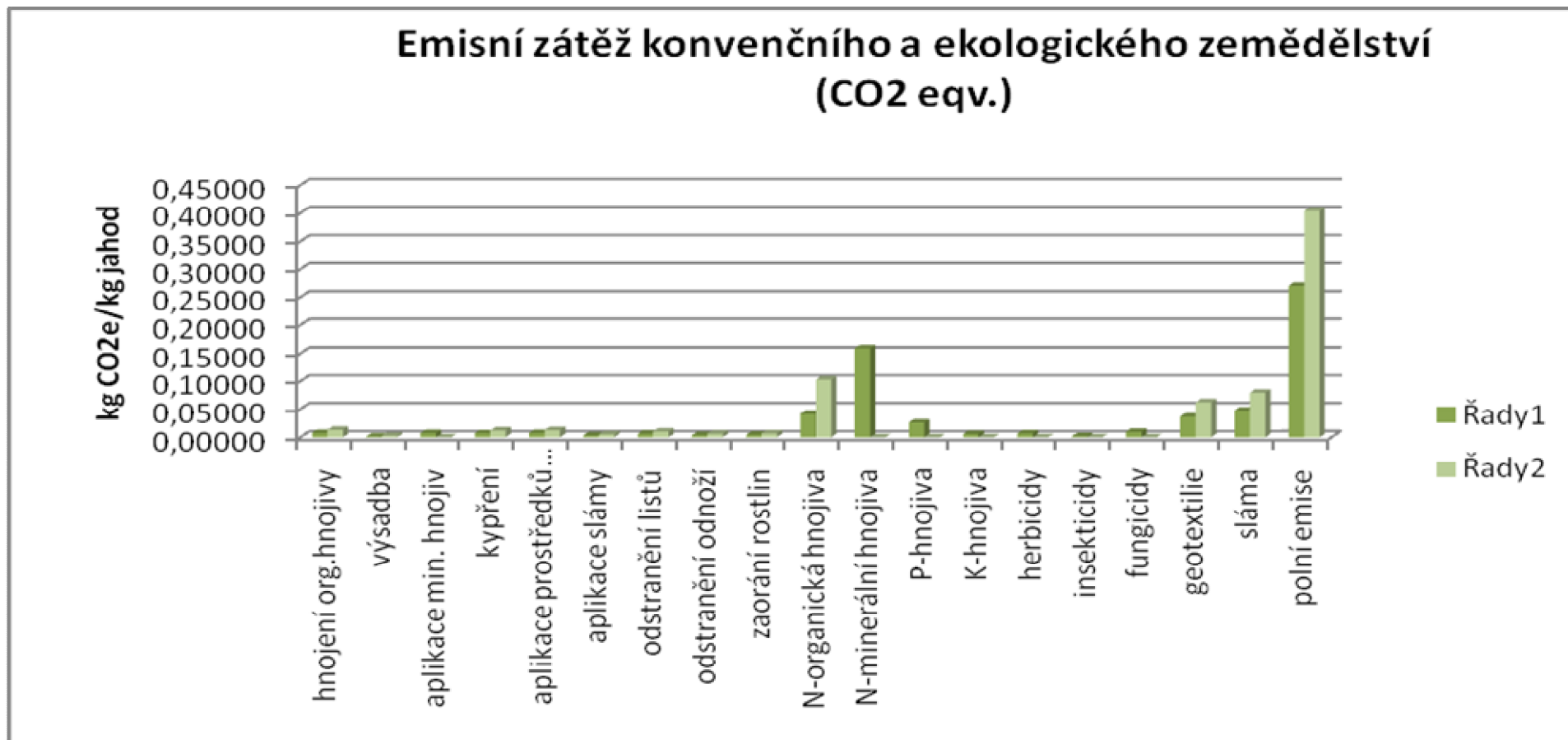
Kde N₂O je množství oxidu dusného z ha (vypočítané dle metodiky IPCC) na ha, GWP (N₂O) global warming potential pro N₂O a V je hektarový výnos.

Celková emisní zátěž vzniklá při pěstování jahod v systémech konvenčního a ekologického hospodaření je zachycena v tabulce č. 11. Z výsledků vyplývá, že největší emisní zátěž pochází z polních emisí N₂O, aplikace minerálních a organických hnojiv a z použití geotextilie a slámy. Ekologické zemědělství vykazuje mírně vyšší produkci emisí z důvodu nižších hektarových výnosů. Rozdíly mezi jednotlivými operacemi a vstupy znázorňuje graf č. 2. Celková emisní zátěž pro konvenční produkci jahod byla 0,65352 (kg CO₂ eqv./1kg jahod) a pro ekologickou produkci 0,717910626 (kg CO₂ eqv./1kg jahod).

Tabulka č. 11: Emisní zátěž konvenčního a ekologického zemědělství (CO₂ eqv. na 1 kg jahod)

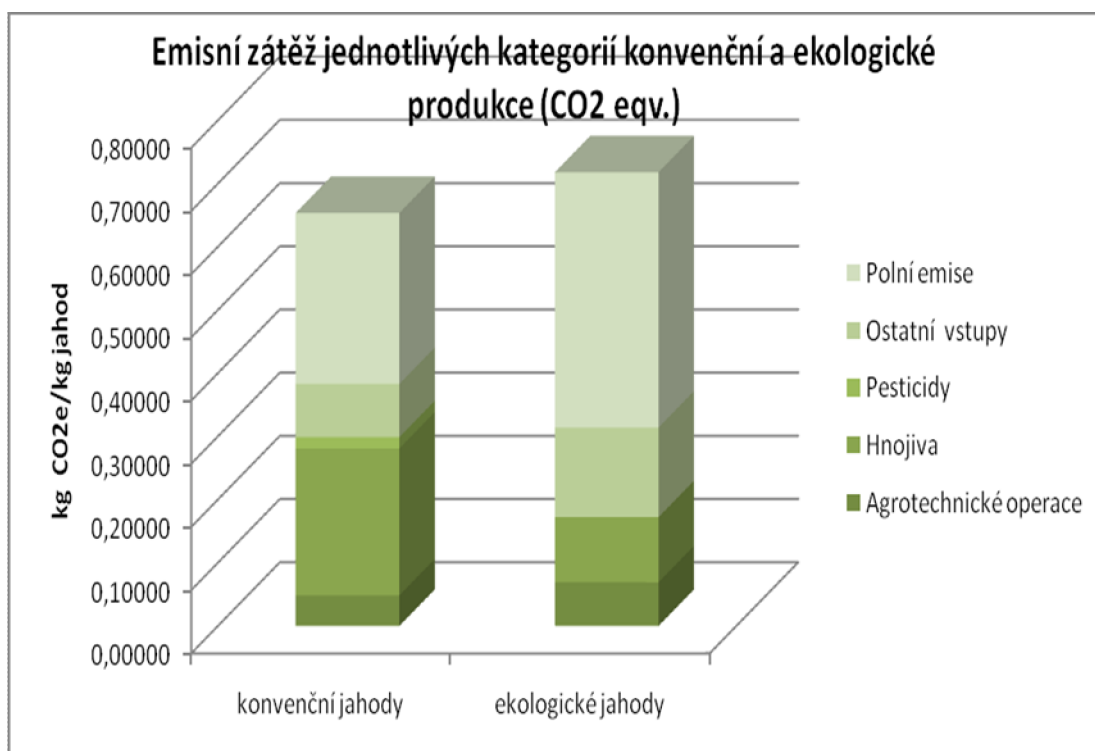
Zemědělské operace	Konvenční zemědělství (CO₂ eqv.)	Ekologické zemědělství (CO₂ eqv.)
Hnojení org. hnojivy	0,00784	0,013192242
Výsadba	0,00151	0,00253697
Aplikace min. hnojiv	0,00738	0
Kypření	0,00723	0,012177455
Aplikace prostředků na ochranu rostlin	0,00753	0,012684848
Aplikace slámy	0,00301	0,005073939
Odstranění starých listů	0,00603	0,010147879
Odstranění přebytečných odnoží	0,00362	0,006088727
Zaorávka starých rostlin	0,00422	0,007103515
N- organická hnojiva	0,0413	0,103164983
N- minerální hnojiva	0,15912	0
P- hnojiva	0,0261	0
K- hnojiva	0,005824	0
Herbicidy	0,00689634	0
Insekticidy	0,00158	0
Fungicidy	0,0095232	0
Geotextilie	0,0369	0,06212212
Sláma	0,04732	0,0796633
Polní emise	0,270584	0,403955556
Celkem	0,65352	0,717910626

Graf č. 2: Emisní zátěž konvenčního a ekologického zemědělství na produkci 1 kg jahod (CO₂ eqv.)



Proces pěstování jahod byl rozdělen do kategorií: polní emise, ostatní vstupy, pesticidy, hnojiva a agrotechnické operace. Graf č. 3 ukazuje množství celkových emisí z jednotlivých kategorií procesů konvenčního a ekologického zemědělství.

Graf č. 3: Emisní zátěž jednotlivých kategorií konvenční a ekologické produkce (CO₂ eqv.)

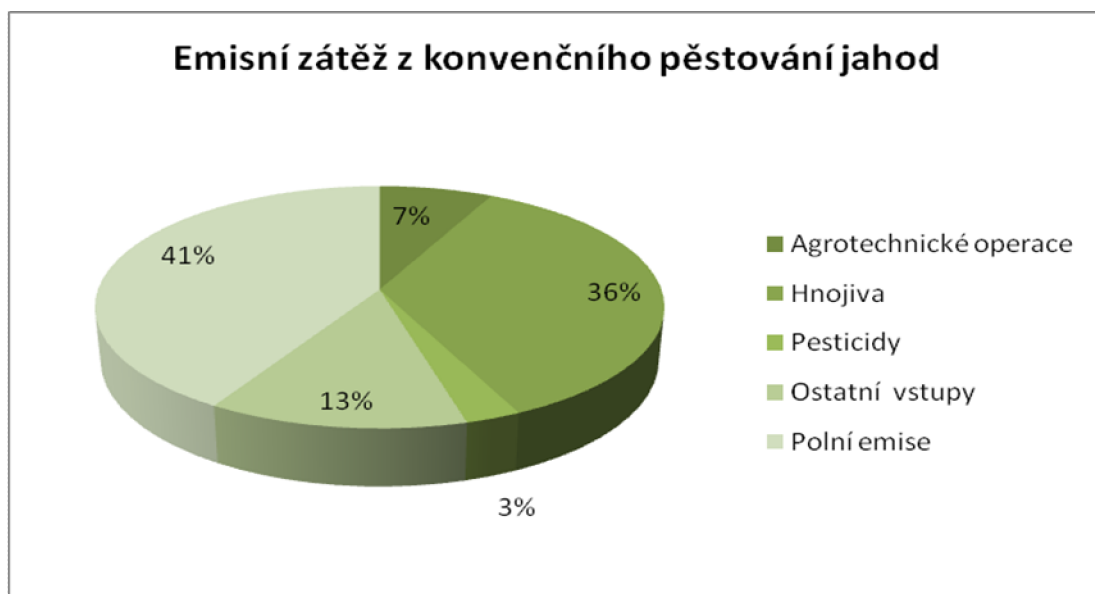


Emise skleníkových plynů vzniklé při agrotechnických operacích jsou v ekologickém zemědělství o 43 % vyšší než v systému konvenčním. Tento rozdíl vznikl nižším hektarovým výnosem jahod vypěstovaných v ekologickém systému. Z důvodu používání minerálních hnojiv je emisní zátěž o 125 % vyšší v konvenčním systému hospodaření. Další významnou emisní zátěž tvoří v konvenčním systému hospodaření aplikace prostředků na ochranu rostlin. V konvenčním zemědělství je hodnota emisní zátěže o 100 % vyšší než v ekologickém. Výrazný vliv na tvorbu emisí skleníkových plynů mají i polní emise vzniklé z aplikace minerálních a organických hnojiv. V systému ekologického hospodaření jsou o 50 %

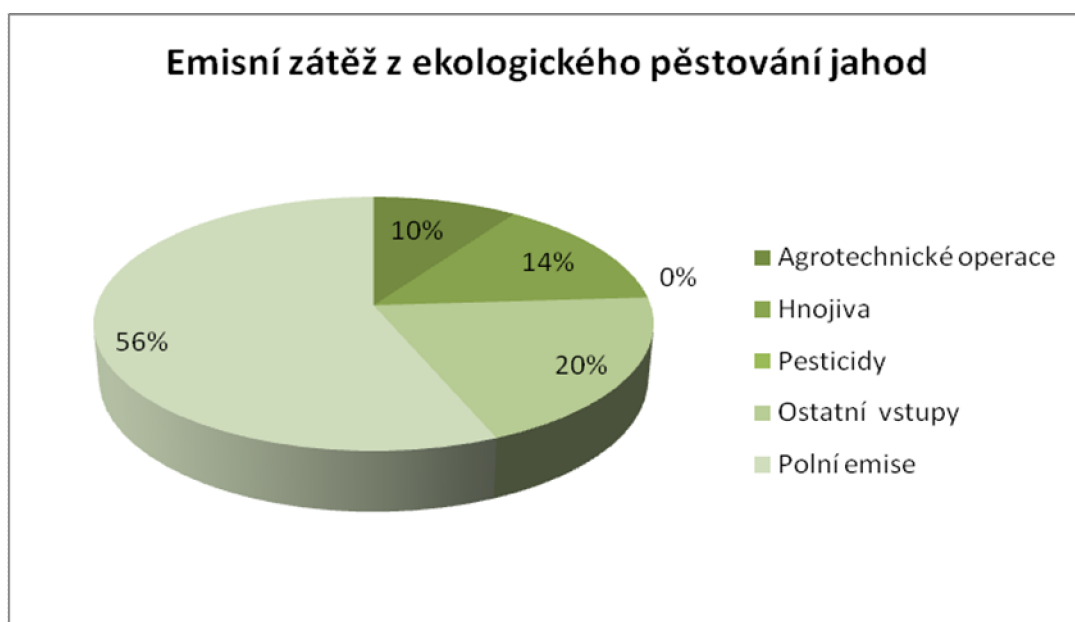
(0,40396 kg CO₂ eqv. /1 kg jahod) vyšší než v systému konvenčním. Tento rozdíl vznikl nižším výnosem jahod vypěstovaných v ekologickém systému.

Procentuální zastoupení kategorií polní emise, ostatní vstupy, pesticidy, hnojiva a agrotechnické operace znázorňuje pro konvenční zemědělství graf č. 4 a pro ekologické zemědělství graf č. 5.

Graf č. 4: Procentické zastoupení jednotlivých zemědělských kategorií v konvenčním zemědělství (CO₂ eqv.)

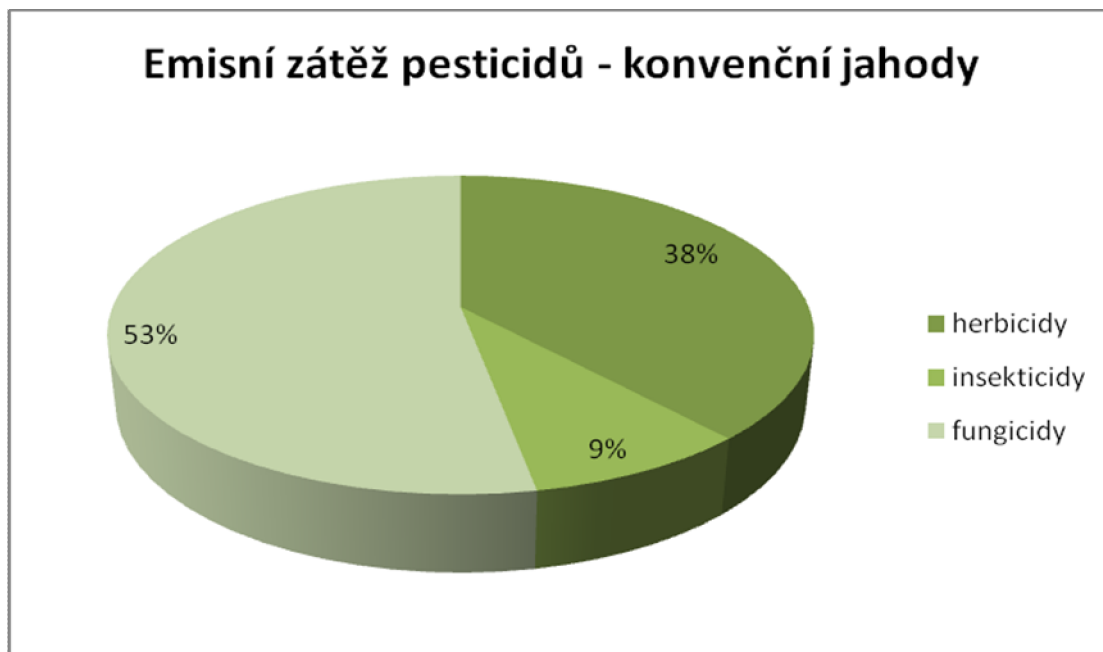


Graf č. 5: Procentické zastoupení jednotlivých zemědělských kategorií v ekologickém zemědělství (CO₂ eqv.)



V grafu č. 6 je zachyceno procentuální zastoupení jednotlivých pesticidů využívaných v konvenčním zemědělství. Nejvyšší podíl na hodnotě emisní zátěže mají fungicidy s 53 %.

Graf č. 6: Procentické zastoupení jednotlivých pesticidů využívaných v konvenčním zemědělství (CO₂ eqv.)



Transport

Transport byl rozdělen na regionální a dálkový. Do regionálního transportu byla zařazena vzdálenost 50 km a do dálkového transportu byly zařazeny jahody dovážené ze Španělska vzdáleného 2000 km. Získaná data byla přepočtena na CO₂ eqv. v programu MS Excel za pomoci údajů z databáze Ecoinvent, která je využívána programem SimaPro.

Pro transport bylo využito tohoto výpočtu, který nadeřinovala JAREŠOVÁ (2011):

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (transport)} = (\text{DI} * \text{T} / 100 * (\text{ev}(\text{DI}) + \text{es}(\text{DI})) / \text{N}$$

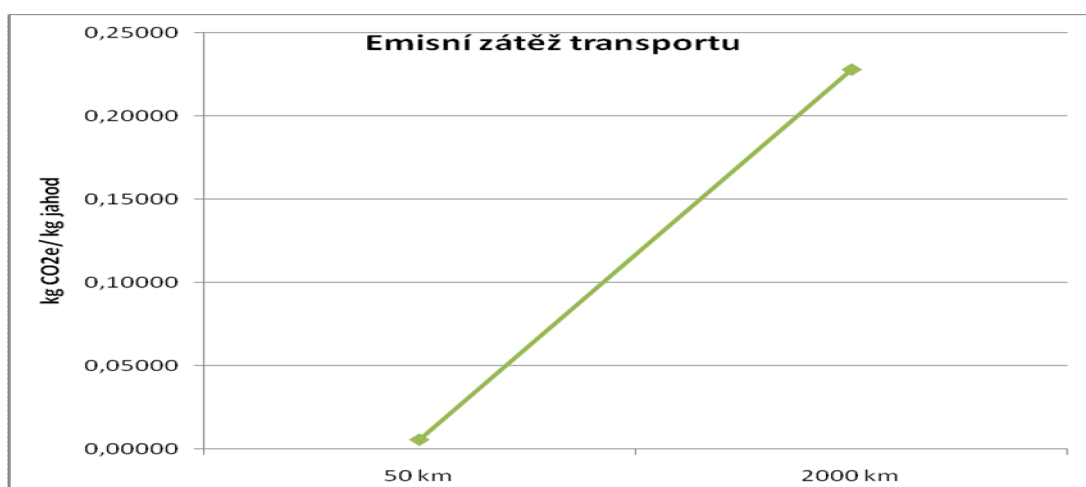
Kde DI, je spotřeba pohonných hmot v kg na 100 km, T je počet transportovaných km, ev (DI) emise CO₂eqv. Z výroby 1 kg pohonných hmot, es (DI) emise CO₂ eqv. ze spálení 1 kg pohonných hmot a N je náklad.

Z tabulky č. 12 a grafu č. 7 je patrné, že čím větší je přepravovaná vzdálenost, tím větší je emisní zátěž.

Tabulka č. 12: Emise CO₂ při transportu jahod

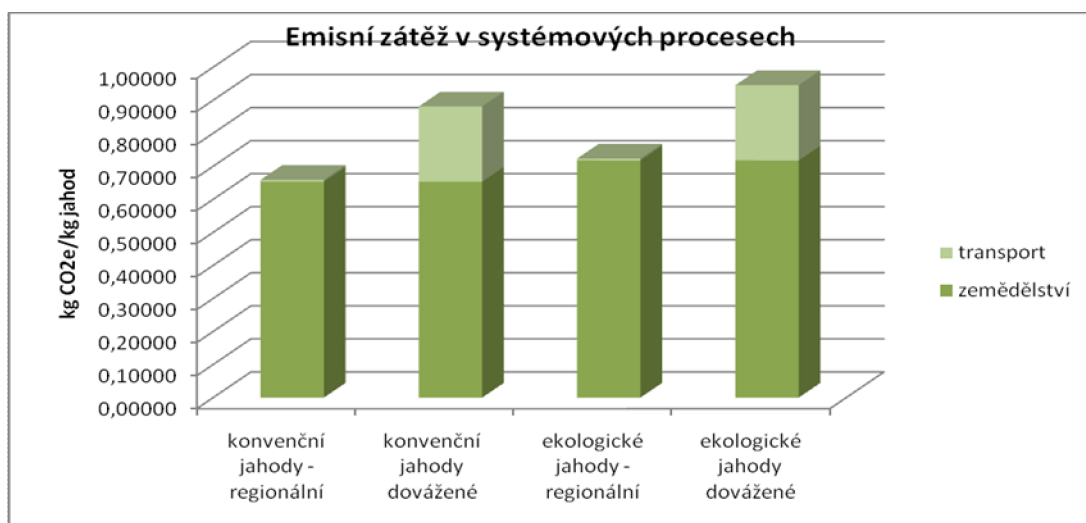
Transport	Kg eqv. CO ₂ na 1 kg jahod
Regionální 50 km	0,00569
Importovaný 2000 km	0,22780

Graf č. 7: Vliv transportu na emisní zátěž (CO₂ eqv.)



Celková emisní zátěž v systémových procesech zemědělství a transport je zachycena v grafu č. 8.

Graf č. 8: Celková emisní zátěž v systémových procesech zemědělství a transport



5. DISKUZE

Základní myšlenkou metody LCA je posoudit produkt, činnost nebo systém od jeho vzniku až po jeho zánik z hlediska dopadu na životní prostředí. Dovoluje vybrat mezi alternativními výrobky ten výrobek, jehož životní cyklus bude nejméně poškozovat životní prostředí (KOTOVICOVÁ, a kol., 2003). V této diplomové práci byl posuzován tříletý životní cyklus jahodníku a jeho environmentální dopady na životní prostředí na základě posouzení vlivu materiálových a energetických toků, jež vyměňuje se svým okolím. Metoda LCA je zahrnuta v CSN EN ISO 14040, kde jsou popsány jednotlivé části analýzy životního cyklu, není zde však stanoven rozsah systémových hranic, proto se výsledky mohou lišit. Dle NIGLLIHO, a kol. (2011) je důležité zvolit správný soubor údajů, aplikovat vhodný model a definovat řádně hranice systému. Dle ČURDY a FUCHSOVÉ (1996) se problematika hodnocení životního cyklu v České republice řeší přibližně od počátku devadesátých let, toto uvádí i KOTOVICOVÁ, a kol. (2003).

Evropská unie pokládá změnu klimatu za vážnou hrozbu nejen pro životní prostředí, ale i další hospodářství a civilizační rozvoj na celém světě. Dle ALTEROVÉ (2010) přispívá zemědělství k celkovým emisím skleníkových plynů v Evropské unii devíti procenty. V USA je dle VALEŠKY (2012a) zemědělství odpovědné za 15 % celkových emisí skleníkových plynů země. ŠIMEK (2008) odhaduje podíl zemědělství na celosvětových antropogenních emisích skleníkových plynů na 22 %.

Environmentální dopady daného systému jsou vždy vztaženy ke zvolené funkční jednotce (KOČÍ, 2009). V práci byla zvolena funkční jednotka 1 kg jahod. Celkové emise z produkce jednoho kg konvenčních jahod činí 0,65352 kg CO₂ eqv. a ekologických jahod 0,71791 kg CO₂ eqv. Produkce ekologických jahod způsobuje zhruba o 10 % vyšší emise než produkce konvenčních jahod. Emisní zátěž při ekologickém způsobu pěstování je nepatrně vyšší z důvodů nižších hektarových výnosů. Autoři NIGLLI, a kol. (2011) uvádějí, že emise skleníkových plynů jsou na plochu v ekologických systémech o 36 % nižší než v systémech konvenčních a emise skleníkových plynů v přepočtu na kg produktu jsou o 18 % nižší,

a to z důvodu nižších výnosů v sušině. Toto se v našem případě nepotvrdilo. Průměrný výnos jahod dle pěstitelů KRÍŽ (2013) činí 10 t/ha a NOUZA (2012) uvedl shodně 10 t/ha. Český statistický úřad, však uvádí výnos pouze 5 t/ha a tento údaj byl použit i pro výpočet. Výnosy jahod ve Španělsku, odkud jsou k nám nejčastěji dováženy, činí dle DIERENDA (2012) 39 t/ha. V práci, však bylo počítáno se stejným výnosem jako v České republice, protože jinak by byla potřeba zpracovat samostatná studie pro španělskou produkci. Výnos z ekologického systému pěstování byl Dle KADRNOŽKY (2008) bude mít globální oteplování podstatný vliv na sklizeň tradičních zemědělských produktů. Podle zemědělských odborníků by mohlo globální oteplování způsobit pokles výnosů významných zemědělských plodin až o třetinu a pěstování některých plodin se bude muset posunout do severnějších oblastí. ŽALUD (2009) naopak uvádí, že pokusy hodnotící růst a množství biomasy, které byly provedeny ve sklenících či v otevřeném prostředí s přímým obohacováním CO₂, jednoznačně prokázaly stimulační efekt na biomasu a tedy i na výnos.

Ekologické zemědělství může každoročně z atmosféry odsát až 45 % celosvětových emisí skleníkových plynů (VALEŠKA, 2012a). Autoři NIGGLI, a kol. (2011) udávají 40 %. Pravidla ekologického zemědělství vytvářejí předpoklady pro dosažení vyššího průměrného obsahu uhlíku a humusu v půdě, lepší edafon atd., což lze rovněž považovat za přínosné z hlediska adaptace zemědělství na měnící se klimatické podmínky (ANONYM 4, 2011). Přechodem na ekologické zemědělství by se dalo zredukovat přibližně 20 % zemědělských emisí skleníkových plynů tím, že by se upustilo od použití průmyslově vyrobených dusíkatých hnojiv, jak je tomu na ekofarmách (NIGGLI, a kol., 2011). Předpoklad, že se nejvíce emisí skleníkových plynů při produkci jahod uvolní z aplikace hnojiv, se potvrdil. Z důvodu používání minerálních hnojiv je emisní zátěž při produkci jahod o 125 % (0,15912 kg CO₂ eqv.) vyšší v konvenčním systému hospodaření. Dle NIGGLIHO, a kol. (2011) je právě minerální dusík v agroekosystémech v mnoha případech hnací silou produktivity. Největší procentuální zastoupení emisní zátěže v zemědělství zaujímají emise oxidu dusného. Polní emise u konvenčního zemědělství představovaly (0,27058 kg CO₂ eqv.) a u ekologického (0,40396 kg CO₂ eqv.). Ekologické zemědělství dosahuje nižších výnosů, proto je výsledná hodnota emisní zátěže na 1 kg jahod vyšší.

Klimaticky nejpříznivější formy zemědělství (ekologické, místní či biodynamické) neprodukují žádné emise pocházející z výroby toxických látek jako to, činí konvenční zemědělství (VALEŠKA, 2012a). Negativní vliv pesticidů na půdu, necílové organismy, vodní ekosystémy a na lidské zdraví je dokumentován řadou výzkumů (URBAN, ŠARAPATKA, a kol., 2003). Emisní zátěž vzniklá při aplikaci pesticidů v konvenční produkci jahod činí 0,01800 kg CO₂ eqv./1 kg jahod.

Srovnávací výzkum, provedený vědci z Washington State University v USA analyzoval 31 chemických a biologických vlastností půdy, půdní DNA a chuťové, výživové a kvalitativní znaky tří odrůd jahod pěstovaných na 13 konvenčních a 13 ekologických farmách. Z výsledků studie vyplynulo, že ekologická pole a jejich produkty byly téměř ve všech hlavních ukazatelích stejné nebo lepší než jejich konvenční protějšky. Mezi hlavní zjištění patřilo:

- ekologicky pěstované jahody měly významně vyšší antioxidační aktivitu a vyšší koncentraci kyseliny askorbové a fenolických sloučenin,
- ekologicky pěstované jahody měly delší trvanlivost,
- ekologicky pěstované jahody měly vyšší obsah sušiny (ANONYM 5, 2010).

Nezanedbatelnou roli v produkci skleníkových plynů hraje transport. Nákladní silniční doprava zahrnuje vnitrostátní a mezinárodní dopravu těžkými nákladními vozidly, včetně dopravy mezi třetími zeměmi. Dle ANONYMA 6 (2011) se odvětví dopravy podílelo na celkovém objemu emisí skleníkových plynů EU v roce 2009 24 procenty. Autoři ADAMEC, DUFEK (2003) uvádějí, že emise produkované dopravou se v posledních letech velmi významně podílí na celkovém znečištění ovzduší. Z globálních vlivů je pak nejvýraznější vzrůstající podíl na skleníkovém efektu.

S rostoucím počtem kilometrů roste lineárně i CO₂ eqv. Při regionálním transportu (vzdálenost 50 km) se uvolnilo 0,00569 kg CO₂ eqv./1 kg jahod a při dovozu ze vzdálenosti 2000 km vzniklo 0,22780 kg CO₂ eqv./1 kg jahod. VALEŠKA (2012b) uvádí, že tým Iowské univerzity skutečně dokázal, že běžný systém velkodistribuce potravin spotřeboval 4-17 krát více paliv a vypustil 5-17 více emisí

než regionální a lokální distribuční systémy. Hlavním způsobem, jak mohou spotřebitelé České republiky přispět ke snížení emisí skleníkových plynů je upřednostňování potravin z domácí a lokální produkce (ANONYM 4, 2011). Toto tvrzení se potvrdilo i v této práci.

6. ZÁVĚR

V práci bylo zkoumáno kolik eqv. CO₂ se uvolní při produkci jahod v konvenčním a ekologickém systému hospodaření a dále bylo zjišťováno, zda bude z environmentálního hlediska vhodnější konzumovat jahody z regionální produkce nebo dovezené.

Proces pěstování jahod byl rozdělen do kategorií agrotechnické operace, hnojiva, pesticidy, polní emise a ostatní vstupy.

Emise skleníkových plynů vzniklé při agrotechnických operacích jsou v ekologickém zemědělství o 43 % vyšší než v systému konvenčním. Konvenční zemědělství vyprodukovalo 0,04837 kg CO₂ eqv./1 kg jahod a ekologické zemědělství 0,06901 kg CO₂ eqv/1 kg jahod. Tento rozdíl vznikl nižším hektarovým výnosem jahod vypěstovaných v ekologickém systému.

Používáním hnojiv bylo vyprodukováno v konvenčním zemědělství 0,23234 kg CO₂ eqv./1 kg jahod a v ekologickém 0,10316 kg CO₂ eqv/1 kg jahod. Emisní zátěž z používání hnojiv je tedy o 125 % vyšší v konvenčním systému hospodaření, což je více než dvojnásobné množství. Rozdíl byl způsoben používáním minerálních hnojiv konvenčními zemědělci.

Významnou emisní zátěž tvoří v konvenčním systému hospodaření aplikace prostředků na ochranu rostlin. Při aplikaci pesticidů se v konvenčním zemědělství uvolnilo o 100 % více emisí CO₂ (0,01800 kg CO₂ eqv.) než v ekologickém systému, což bylo způsobeno absencí pesticidů v ekologické produkci.

Výrazný vliv na tvorbu emisí skleníkových plynů mají i polní emise vzniklé z aplikace minerálních a organických hnojiv. V systému ekologického hospodaření jsou o 50 % (0,40396 kg CO₂ eqv. /1 kg jahod) vyšší než v systému konvenčním. Tento rozdíl vznikl nižším výnosem jahod vypěstovaných v ekologickém systému.

Ostatní vstupy mezi, které byly zařazeny sláma a geotextilie vyprodukovaly v konvenčním zemědělství 0,08422 kg CO₂ eqv./1 kg jahod a v ekologickém 0,14178 kg CO₂ eqv./1 kg jahod. Rozdíl 68 % vznikl nižším výnosem ekologických jahod.

Nezanedbatelnou roli v produkci skleníkových plynů hraje transport. S rostoucím počtem kilometrů roste lineárně i CO₂ eqv. Při regionálním transportu (vzdálenost 50 km) se uvolnilo 0,00569 kg CO₂ eqv./1 kg jahod a při dovozu ze vzdálenosti 2000 km vzniklo 0,22780 kg CO₂ eqv./1 kg jahod.

V konečném součtu se ukázalo, že emisní zátěž je vyšší při pěstování ekologických jahod, což bylo způsobeno nižším hektarovým výnosem jahod. Pěstováním konvenčních jahod se vyprodukuje 0,65352 kg CO₂ eqv./1 kg jahod a v ekologické produkci 0,71791 kg CO₂ eqv./1 kg jahod. Produkce ekologických jahod způsobuje zhruba o 10 % vyšší emise než produkce konvenčních jahod.

Na základě zjištěných výsledků je zřejmé, že ekologicky pěstované jahody vykazují mírně vyšší emisní zátěž. Metoda LCA byla využita však pouze na jednu kategorii dopadu, a to na klima. Z tohoto důvodu nelze ekologicky vypěstované jahody odsoudit, protože pro celkový obraz by bylo nutné udělat kompletní studii se všemi dopadovými kategoriemi, což nebyl ovšem cíl práce. Tato práce tedy doporučuje konzumovat regionální produkty, které byly vypěstované v ekologickém zemědělství a usilovat o zvýšení produkce jahod v ekologickém systému hospodaření povolenými a dostupnými způsoby.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ADAMEC, V., DUFEK, J.: Podíl dopravy na produkci skleníkových plynů, ze dne 11. 12. 2003 [on-line], [cit. 28. 3. 2013]. Dostupné na internetu: <http://www.cdv.cz/text/szp/ovzdusi/greenhouse.htm>

ALTEROVÁ, L.: Zemědělství a skleníkové plyny, ze dne 12. 2. 2010 [on-line], [cit. 28. 2. 2013]. Dostupné na internetu: http://www.agroweb.cz/zpravodajstvi/Zemedelstvi-a-sklenikove-plyny__s43x45392.html

ANONYM 1: Ochrana klimatu, Ministerstvo životního prostředí [on-line], [cit. 28. 2. 2013]. Dostupné na internetu: http://www.mzp.cz/cz/ochrana_klimatu

ANONYM 2: Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2010, Český hydrometeorologický ústav, [on-line], [cit. 1. 2. 2013]. Dostupné na internetu: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr10cz/kap12.html>

ANONYM 3: Národní inventarizační systém, Český hydrometeorologický ústav, ze dne 27. 4. 2010 [on-line], [cit. 1. 2. 2013]. Dostupné na internetu: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/nis_uv_cz.html

ANONYM 4: Zemědělství a změna klimatu, Ministerstvo zemědělství, Praha, 2011, 26 s.

ANONYM 5: Výzkum: ekologické farmy produkují lepší jahody a tvoří zdravější půdu, ze dne 22. 10. 2010 [on-line], [cit. 1. 4. 2013]. Dostupné na internetu: <http://www.bio-info.cz/zpravy/vyzkum-zjistil-ze-ekologicke-farmy-produkuji-lepsi-jahody-a>

ANONYM 6: Doprava v Evropě musí být ambiciózní, aby splnila cíle, ze dne 6. 2. 2013 [on-line], [cit. 2. 4. 2013]. Dostupné na internetu: <http://www.eea.europa.eu/cs/pressroom/newsreleases/doprava-v-evrope-musi-byt>

BARROS, V.: Globální změna klimatu, Mladá fronta, Praha, 2006, 168 s.

BRANIŠ, M.: Globalizace a globální problémy, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 2006, 207-219 s.

BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I., a kol.: Atmosféra a klima, aktuální otázky ochrany ovzduší, Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum, Praha, 2009, 280-323 s.

BUGGISCH, W., BUGGISCH, CH.: Klima, Fraus, Plzeň, 2009, 48 s.

ČSN EN ISO 14044: Environmentální management – posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice, Český normalizační institut, Praha, 2006, 68 s.

ČURDA, D., FUCHSOVÁ, A.: Ekologická bilance – hodnocení životního cyklu, Ministerstvo životního prostředí, Frýdek-Místek, 1996, 60 s.

DEMO, M., LÁTEČKA, M., a kol.: Projektovanie trvalo udržateľných poľnohospodárskych systémov v krajine, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2004, 723 s.

DIEREND, W., Hrsg: Erdbeeranbau, Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 2012, 187 s.

DLOUHÁ, J.: Jahody, Vydavatelství Víkend, Vimperk, 2001, 91 s.

DLOUHÁ, J., ERBENOVÁ, M., KAREŠOVÁ, R., TLUSTOŠ, P., VANĚK, V.: Pěstujeme jahodník, maliník, ostružník, Brázda, Praha, 2003, 153 s.

DOHNÁLKOVÁ, L., Produkce jahod v ekologických systémech pěstování, Diplomová práce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lednice, 2009, 82 s.

DUŠKOVÁ, L., KOPŘIVA, J.: Pěstujeme jahody, 2. aktualizované vydání, Grada Publishing, Praha, 2005, 78 s.

HARANT, M., ZACHA, V. : Jahody, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1986, 224 s.

HOLANĚ, V., a kol.: Jak odborně pěstovat jahody, Nová Forma, České Budějovice, 2012, 162 s.

- HOLANĚ, V.: Návod k pěstování jahod - profesionální, ze dne 3. 4. 2011, [on-line], [cit. 11. 2. 2013]. Dostupné na internetu: http://jahody.unas.cz/index.php?id_kategorie_cl=5&zobrazit=clanek&id_clanek=7&ap=1
- HRABALOVÁ, A., DITTRICHOVÁ, M., KOUTNÁ, K.: Statistická šetření ekologického zemědělství- základní statistické údaje (2011), ÚZEI, Brno, 2012, 54 s.
- JAREŠOVÁ, M.: Vliv produkčních procesů při pěstování brambor na emise CO₂, Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 2011, 87 s.
- KADRNOŽKA, J.: Globální oteplování Země. Příčiny, průběh, důsledky, řešení, VŠCHT v Brně, Brno, 2008, 467 s.
- KOČÍ, V.: Posuzování životního cyklu, Life Cycle Assessment – LCA, Ekomonitor, Chrudim, 2009, 263 s.
- KOČÍ, V.: Příručka základních informací o posuzování životního cyklu, VŠCHT Praha, 2010, 27 s.
- KOTOVICOVÁ, J., HOLEŠOVSKÁ, Z., LABODOVÁ, A., REMTOVÁ, K.: Čistší produkce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2003, 134 s.
- KUTÍLEK, M., Globální oteplování a klimatické změny v minulosti, ze dne 2. 4. 2007 [on-line], [cit. 18. 3. 2013]. Dostupné na internetu: <http://portal.parlamentnilisty.cz/Articles/1047-globalni-oteplovani-a-klimaticke-zmeny-v-minulosti.aspx>
- MATĚJČEK, T., ČERMÁK, Z., JEŘÁBEK, M., KALIBOVÁ, K., KASTNER, J., LANGHAMMER, J., MUCHA, L., PŘIBYL, V., RAŠKA, P., ŠEFRNA, L., ŠTYCH, P., VILÍMEK, V.: Malý geografický a ekologický slovník, Nakladatelství České geografické společnosti, Praha, 2007, 136 s.
- MOUDRÝ, J., KONVALINA, P., MOUDRÝ, J., jr., KALINOVÁ, J.: Ekologické zemědělství, Vysokoškolská učebnice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 2007, 219 s.

- NÁTR, V.: Země jako skleník, Proč se bát CO₂ ?, Academia, Praha, 2006, 143 s.
- NEMEŠOVÁ, I., PRETEL, J.: Skleníkový efekt a životní prostředí, MŽP ve spolupráci s ČHMÚ a Ústavem fyziky atmosféry AV ČR, Praha, 1998, 76 s.
- NEUERBURG, W., PADEL, S.: Ekologické zemědělství v praxi, Praha, 1994, 476 s.
- NIGGLI, U., FLIESSBACH, A., HEPPELY, P., SCIALABBA, N.: Zemědělství s nízkými emisemi skleníkových plynů, Bioinstitut, Olomouc, 2011, 22 s.
- PIKOVÁ, H: Třetí úspěšné setkání pěstitelů jahod, ze dne 30. 3. 2012 [on-line], [cit. 18. 3. 2013]. Dostupné na internetu: http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/ovocnarska-vyroba/Treti-uspesne-setkani-pestitelu-jahod__s513x59518.html
- PRIMACK, R., B., KINDLMANN, P., JERSÁKOVÁ, J.: Úvod do biologie ochrany přírody, Portál, Praha, 2011, 472 s.
- REMTOVÁ, K.: Posuzování životního cyklu – METODA LCA, MŽP, Praha, 2003, 15 s.
- RYCHTER, M.: Malý obrazový atlas odrůd ovoce, TG TISK s.r.o., Lanškroun, 2004, 76 s.
- SCHMID, A.: Erdbeeren ökologisch angebaut, Bioland Verlags GmbH, Mainz, 2010, 19 s.
- SMETANA, L., HRIČOVSKÝ, I.: Pestujeme jahody, Příroda, Bratislava, 1990, 107 s.
- SUS, J.: Ovoce slovem i obrazem, GORA ve spolupráci s Českou vysokou školou zemědělskou v Praze, 1992, 76 s.
- ŠIMEK, M.: Hledáme cesty ke snížení emisí skleníkových plynů z půd, ze dne 18. 7. 2008 [on-line], [cit. 18. 2. 2013]. Dostupné na internetu: http://abicko.avcr.cz/2008/7_8/07/hledame-cesty-ke-snizeni-emisi-sklenikovy-ch-plynu-z-pud.html
- TILLING, S.: Ozón a skleníkový efekt, Tereza, Praha, 1992, 44 s.

URBAN, J., ŠARAPATKA, B., a kol.: Ekologické zemědělství, učebnice pro školy i praxi I. díl., MŽP a PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Praha, 2003, 280 s.

VACHŮN, Z.: Ovocnictví - pěstování jahodníku, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2004, 123 s.

VALEŠKA, J.: Ekologické zemědělství může zastavit změny klimatu, ze dne 11. 1. 2012a [on-line], [cit. 18. 2. 2013]. Dostupné na internetu: [http:// biospotrebitel.cz/ze-sveta/ekologicke-zemedelstvi-muze-zastavit-zmeny-klimatu](http://biospotrebitel.cz/ze-sveta/ekologicke-zemedelstvi-muze-zastavit-zmeny-klimatu)

VALEŠKA, J.: Jsou lokální potraviny skutečně šetrnější k přírodě?, ze dne 10. 1. 2012b [on-line], [cit. 8. 4. 2013]. Dostupné na internetu: [http:// biospotrebitel.cz/pruvodce-biospotrebitele/jsou-lokalni-potraviny-skutecne-setrnejsi-k-prirode](http://biospotrebitel.cz/pruvodce-biospotrebitele/jsou-lokalni-potraviny-skutecne-setrnejsi-k-prirode)

ŽALUD., Z.: Změna klimatu a české zemědělství – dopady a adaptace, monografie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2009, 154 s.

8. SEZNAM PŘÍLOH

- 1) Tabulka č. 13: Vstupní a výstupní data v konvenčním systému hospodaření
- 2) Tabulka č. 14: Vstupní a výstupní data v ekologickém systému hospodaření

Příloha č. 1: Tabulka č. 13: Vstupní a výstupní data v konvenčním systému hospodaření

Agrotechnické operace	Spotřeba l/ha nafty	Počet operací na ha	Zdroj	kg eqv. CO ₂ na ha	kg eqv. CO ₂ na 1 kg jahod
hnojení org. hnojivy	26	1	Kavka, 2006	78,36192	0,00784
výsadba	5	1	Nouza, 2013	15,06960	0,00151
aplikace min. hnojiv	3,5	7	Nouza, 2013	73,84104	0,00738
kypření	12	2	Nouza, 2013	72,33408	0,00723
aplikace prostředků na ochranu rostlin	2,5	10	Nouza, 2013	75,34800	0,00753
aplikace slámy	5	2	Nouza, 2013	30,13920	0,00301
odstranění starých listů	10	2	Nouza, 2013	60,27840	0,00603
odstranění přebytečných odnoží	4	3	Nouza, 2013	36,16704	0,00362
zaorání starých rostlin	14	1	Nouza, 2013	42,19488	0,00422
Zemědělské vstupy	kg/ha		Zdroj	kg eqv. CO ₂ na ha	kg eqv. CO ₂ na 1 kg jahod
N-organicky	50000		Vachůn, 2004	413,00000	0,04130
sláma	14 000		Nouza, 2013	473,20000	0,04732
N-hnojiva	195		Holaň, 2013	1591,20000	0,15912
P-hnojiva	150		Holaň, 2013	261,00000	0,02610
K-hnojiva	160		Nouza, 2013	58,24000	0,00582
herbicidy	7,29		Holaň, 2013	68,96340	0,00690
insekticidy	1		Holaň, 2013	15,80000	0,00158
fungicidy	9,6		Holaň, 2013	95,23200	0,00952
geotextilie	150		Vachůn, 2004	369,00000	0,03690
Emise z aplikace hnojiv	kg N ₂ O/ha		Zdroj	kg eqv. CO ₂ na ha	kg eqv. CO ₂ na 1 kg jahod
	9,08		výpočet dle IPCC,2000 (viz list polní emise)	2705,84000	0,27058

Transport					
Vzdálenost v km	Zdroj	Spotřeba paliva l/100 km	Zdroj	kg eqv. CO ₂ na transport	kg eqv. CO ₂ na 1 kg jahod
50	vlastní odhad	44	Moc, 2010, Kloida, 2010	68,33904	0,00569
Vzdálenost v km	Zdroj	Spotřeba paliva l/100 km	Zdroj	kg eqv. CO ₂ na transport	kg eqv. CO ₂ na 1 kg jahod
2000	vlastní odhad	44	Moc, 2010, Kloida, 2010	2733,56160	0,22780

Příloha č. 2: Tabulka č. 14: Vstupní a výstupní data v ekologickém systému hospodaření

Agrotechnické operace	Spotřeba l/ha nafty	Počet operací na ha	Zdroj	kg eqv. CO ₂ na ha	kg eqv. CO ₂ na 1 kg jahod
hnojení org. hnojiv	26	1	Kavka, 2006	78,36192	0,01319
výsadba	5	1	Nouza, 2013	15,06960	0,00254
kypření	12	2	Nouza, 2013	72,33408	0,01218
aplikace prostředků na ochranu rostlin	2,5	10	Nouza, 2013	75,34800	0,01268
aplikace slámy	5	2	Nouza, 2013	30,13920	0,00507
odstranění starých listů	10	2	Nouza, 2013	60,27840	0,01015
odstranění přebytečných odnoží	4	3	Nouza, 2013	36,16704	0,00609
zaorání starých rostlin	14	1	Nouza, 2013	42,19488	0,00710
Zemědělské vstupy	kg/ha		Zdroj	kg eqv. CO₂ na ha	kg eqv. CO₂ na 1 kg jahod
sláma	14000		Nouza, 2013	473,20000	0,07966
kravský hnůj	80 000		Vachůn, 2004	612,80000	0,10316
geotextilie	150		Vachůn, 2004	369,00000	0,06212
Emise z aplikace hnojiv	kg N₂O/ha		Zdroj	kg eqv. CO₂ na ha	kg eqv. CO₂ na 1 kg jahod
	8,052		výpočet dle IPCC,2000 (viz list polní emise)	2399,49600	0,40396
Transport					
Vzdálenost v km	Zdroj	Spotřeba paliva l/100 km	Zdroj	kg eqv. CO₂ na transport	kg eqv. CO₂ na 1 kg jahod
50	vlastní odhad	44	Moc, 2010, Kloida,	68,33904	0,00569
Vzdálenost v km	Zdroj	Spotřeba paliva l/100 km	Zdroj	kg eqv. CO₂ na transport	kg eqv. CO₂ na 1 kg jahod
2000	vlastní odhad	44	Moc, 2010, Kloida,	2733,56160	0,22780