

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Fakulta tropického zemědělství



**Fakulta tropického
zemědělství**

**Analýza faktorů ovlivňujících vzorce chování malých
zemědělců na změnu klimatu v Zambii**

Bakalářská práce

Praha 2022

Vypracovala:
Anastázie Krausová

Vedoucí práce:
Ing. Tereza Pilařová, Ph.D.

Prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem tuto práci na téma Analýza faktorů ovlivňujících vzorce chování malých zemědělců na změnu klimatu v Zambii vypracovala samostatně, veškerý text je v práci původní a originální a všechny použité literární prameny jsem podle pravidel Citační normy FTZ řádně uvedla v referencích.

V..... dne

.....
Anastázie Krausová

Poděkování

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování Ing. Tereze Pilařové, Ph.D., za všestrannou pomoc, podporu a množství cenných a inspirativních rad a připomínek při vedení mé bakalářské práce. Zároveň děkuji za velkou trpělivost a obdivuhodnou ochotu a pozitivní energii, kterou mi dodávala při konzultacích poskytnutých k úspěšnému dokončení této práce.

Mé poděkování také patří mým rodičům, přátelům a partnerovi, kteří mi dávali podnětné rady a věnovali mi svůj čas během psaní této práce.

V neposlední řadě bych také ráda poděkovala Ježíši za víru, požehnání na celé mé cestě studiem a sílu na dokončení této bakalářské práce.

Abstrakt

Zvýšený nedostatek vody představuje v současné době jednu z hlavních výzev udržitelné zemědělské produkce v mnoha rozvojových zemích. Tato výzva bude stále zřetelnější, protože světová populace narůstá a účinky změny klimatu se stupňují. Extrémní povětrnostní jevy, jako je sucho, které se v mnoha regionech světa budou v důsledku změny klimatu vyskytovat častěji, mohou bezprostředně ohrozit potravinovou bezpečnost a výživu lidí, jejichž živobytí je přímo závislé na zemědělství.

K dosažení lepší zemědělské produktivity a potravinové bezpečnosti malých zemědělců v Zambii je kromě environmentálních výzev nezbytné používat udržitelné zemědělské postupy. Mezi nejvíce propagované a nejrozšířenější postupy patří konzervační zemědělství, agrolesnictví a jejich kombinace. Aby bylo možné hlouběji porozumět chování zambijských zemědělců při zavádění udržitelných postupů, hlavním cílem bylo popsat faktory, které pravděpodobně ovlivňují zavedení těchto postupů. Zaměřila jsem se zejména na socioekonomické faktory, charakteristiku domácností, charakteristiku farmy, pozemku a lokality a institucionální faktory. Ze zambijských kvantitativních studií zaměřujících se na analýzu faktorů ovlivňujících chování drobných zemědělců za posledních deset let mělo nejčastěji vliv vzdělání a zkušenosti farmářů v zemědělství, věk, využívání poradenských služeb a úrodnost půdy.

Klíčová slova: drobní zemědělci, udržitelné zemědělské postupy, adaptační chování, klimatická rizika

Abstract

Increased water scarcity is now one of the main challenges to sustainable agricultural production in many developing countries. This challenge will become increasingly evident as the world population grows and the effects of climate change intensify. Extreme weather events, such as droughts, which will become more frequent in many regions of the world as a result of climate change, can pose an immediate threat to the food security and nutrition of people whose livelihoods are directly dependent on agriculture.

In addition to environmental challenges, sustainable agricultural practices are essential to achieve improved agricultural productivity and food security for smallholder farmers in Zambia. Conservation agriculture, agroforestry and their combinations are among the most promoted and widely adopted practices. To gain a deeper understanding of Zambian farmers' behaviour in adopting sustainable practices, I set out in this paper to describe the factors that are likely to influence the adoption of these practices. In particular, I focused on socio-economic factors, household characteristics, farm, land and site characteristics, and institutional factors. Among Zambian quantitative studies focusing on the analysis of factors influencing smallholder farming behaviour over the past decade, farmers' education and experience in farming, age, use of extension services and soil fertility were the most commonly influential.

Key words: smallholder farmers, sustainable practices, adaptation behavior, climate risks

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíle práce	3
3. Metodika	4
4. Literární rešerše	5
4.1 Zemědělská produkce v Zambii	5
4.1.1 Zemědělský sektor	5
4.1.2 Rostlinná a živočišná produkce	6
4.1.3 Zemědělská produkce dle agro-ekologických regionů	7
4.1.4 Kategorie zemědělců	9
4.1.5 Bariéry v zemědělství	10
4.2 Klimatická rizika - definice	11
4.3 Klimatická rizika a jejich dopady na zemědělskou produkci v Zambii	12
4.4 Přehled agroekologických postupů vhodných pro adaptaci na změny klimatu .	16
4.4.1 Konzervační zemědělství	16
4.4.2 Agrolesnictví	19
4.4.3 Kombinace konzervačního zemědělství a dřevin	20
4.4.4 Používání meziplodin	21
4.4.5 Používání vyšlechtěných odrůd odolnějších vůči suchu	22
4.4.6 Diversifikace plodin	22
4.4.7 Změna načasování setí	23
4.4.8 Změny v chovatelských postupech	23
4.4.9 Přehled zambijských kvantitativních studií, zaměřujících se na analýzu faktorů ovlivňujících chování drobných farmářů a jejich adaptaci na klimatické změny v posledních deseti letech	24
4.5 Faktory ovlivňující adaptaci farmářů	26
4.5.1 Socio-ekonomické faktory	30
4.5.2 Charakteristika domácnosti	32
4.5.3 Charakteristika farmy	33
4.5.4 Charakteristika pozemku a lokalita	34
4.5.5 Institucionální faktory	35
5. Závěr	38
6. Doporučení	39
7. Reference	41

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled zambijských kvantitativních studií, které se zaměřovaly na analýzu faktorů ovlivňujících chování drobných farmářů a jejich adaptaci na klimatické změny v posledních deseti letech.....	25
Tabulka 2 Přehled zambijských kvantitativních studií a faktorů, které ovlivňovaly adaptaci drobných farmářů na klimatické změny v posledních deseti letech	27

Seznam grafů

Graf 1 Zaměstnanost v zemědělství (1991-2019)	5
Graf 2 Plodiny dle sklizené plochy.....	6
Graf 3 Výnosy kukuřice a sklizená plocha od roku 1990 do roku 2020.....	14

Seznam obrázků

Obrázek 1 Agroekologické regiony Zambie	8
Obrázek 2 Hlavní environmentální omezení Zambie	16
Obrázek 3 Minimální orba za použití výsadbových jamek a „Magoye Ripper“	18
Obrázek 4 Pěstování A) akácie bělavé (<i>Faidherbia albida</i>) a B) gliricidie (<i>Gliricidia sepium</i>) v systémech konzervačního zemědělství.....	21
Obrázek 5 Používání meziplodin (čirok a kajan indický).....	21
Obrázek 6 Diverzifikace plodin a hospodářských zvířat v jednotlivých regionech (Gini-Simpsonův index).....	23

Seznam zkratk

HDP	Hrubý domácí produkt
WMO	World Meteorological Organization
UNOCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian
USD	United States Dollar
CFU	Conservation Farming Unit
CIAT	International Center for Tropical Agriculture
NPK	základní hnojiva obsahující dusík, fosfor a draslík
CIMMYT	The International Maize and Wheat Improvement Center
CGIAR	Consultative Group for International Agricultural Research
MACO	Ministry of Agriculture and Cooperatives
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
FAO	Food and Agriculture Organisation
ZNFU	Zambia National Farmers Union
ICRAF	International Centre for Research in Agroforestry
FAO	Food and Agriculture Organisation

1. Úvod

Zambie spolu s dalšími státy jižní Afriky musí čelit každoročně mnoha zemědělským problémům způsobeným dlouhodobými klimatickými změnami. Země se musí potýkat s výkyvy počasí, zejména se záplavami, suchem a extrémními teplotami (The World Bank 2008). Četnost výskytu a rozsah těchto extrémních jevů se stále zvyšuje. Jižní část země je silně vystavena záplavám i suchu, zatímco severní část je více vystavena povodním (CIMA 2019).

V zemi došlo také ke změně charakteru srážek a vegetačních období. Průběh srážek se stal nepravidelným a nepředvídatelným, zatímco změny vegetačních období se zkrátily. Tyto extrémní jevy proto mají negativní dopad na celou řadu věcí, zejména na živobytí na venkově, zemědělství a potravinovou bezpečnost. Na zavedené systémy a zvyklosti místních drobných farmářů není možné spoléhat tak jako dříve. Je potřeba připravit místní komunity na příchod klimatických změn a sestavit systém, který Zambijcům umožní reagovat a adaptovat se na rychle se měnící změny počasí. To je klíčové pro zvládnutí situace (CIMA 2019).

Pro zvýšení potravinové bezpečnosti je klíčové udržet úrodnost půdy a vyšší produktivitu potravin s ohledem na environmentální problémy (Wagstaff & Harty 2010). Lovo (2016) zdůrazňuje zásadní roli přijímání udržitelných agroekologických postupů šetrných k životnímu prostředí, udržení úrodnosti půdy a vhodných pro adaptaci na změny klimatu. Mezi časté postupy patří konzervační zemědělství, agrolesnictví a jejich kombinace, které podporují zemědělské výnosy a ochranu půdy (Mensah 2015).

Udržitelné zemědělské postupy jsou v Zambii šířeny prostřednictvím nevládní organizace Conservation Farming Unit (CFU). Činnost CFU probíhá ve spolupráci s národním sdružením nazvaným Zambijský národní svaz zemědělců (ZNFU), který zastupuje zemědělce a zemědělský průmysl. Obě organizace se zaměřují na šíření informací o hlavních zemědělských postupech, které vedou k omezení narušování půdy, trvalému půdnímu pokryvu, střídání plodin, fixaci dusíku a zlepšování úrodnosti půdy mezi drobnými zemědělci (Andersson & D'Souza 2014).

Celá řada faktorů ovlivňuje chování drobných farmářů a jejich adaptaci na klimatické změny. Mezi tyto faktory patří například socio-ekonomické faktory a psychologické

faktory, charakteristika domácnosti, ve které drobní farmáři žijí, charakteristika pozemku a vlastnosti půdy a institucionální faktory.

Hlavním cílem bakalářské práce je proto analýza faktorů ovlivňujících vzorce chování drobných zemědělců na změnu klimatu v Zambii.

2. Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je analýza faktorů ovlivňujících vzorce chování drobných zemědělců na změnu klimatu v Zambii. Nejčastěji musí Zambie čelit klimatickým rizikům jako jsou sucha, povodně a do jisté míry i extrémní teploty. Všechny tyto jevy mají negativní dopad na zemědělství. Nadměrné srážky v oblastech Zambie, které nejsou náchylné k suchu, zvýšená četnost sucha v oblastech náchylných k suchu a celkové zkrácení vegetačního období negativně ovlivňují zemědělskou produkci a potravinovou bezpečnost, což následně snižuje životní úroveň i adaptační schopnost jednotlivců a komunit.

Teoretická část se věnuje deskripci problematiky, ekologickému zemědělství a také stručně udává charakteristiku Zambie z agrárního hlediska. Práce rovněž přibližuje současnou situaci jak s ohledem na agroekologické postupy, které zambijští farmáři nejčastěji využívají, tak s ohledem na faktory, které ovlivňují adaptaci farmářů na změny klimatu.

3. Metodika

Bakalářská práce byla založena na literární rešerši. Sběr dat probíhal prostřednictvím dostupných vědeckých zdrojů, především z vědecké databáze Web of Science, Science Direct, Google Scholar a dalších.

Při vyhledávání byla použita následující klíčová slova: Zambia, smallholder farmers, small-scale farmers, sustainable agricultural practices, conservation agriculture, agroforestry, intercropping, adaptation behaviour, climate risks, climate change, drought.

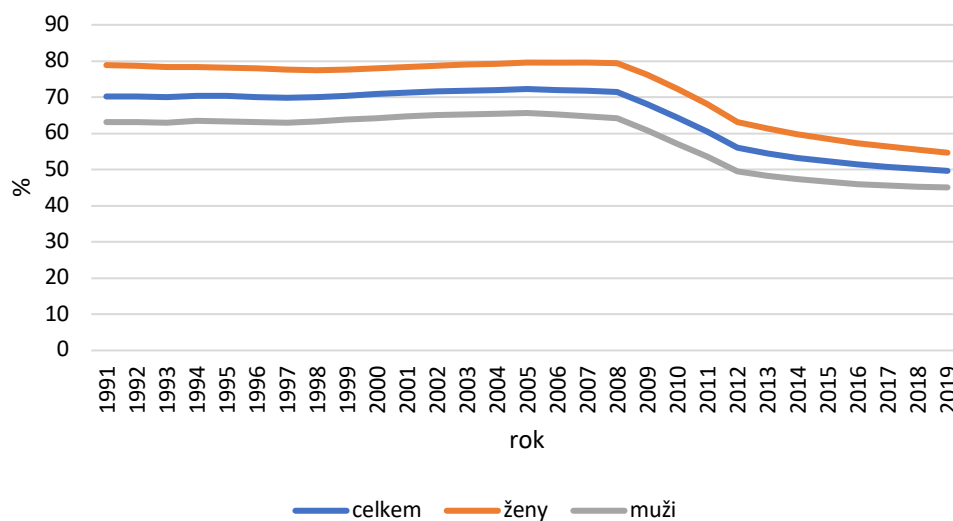
4. Literární rešerše

4.1 Zemědělská produkce v Zambii

4.1.1 Zemědělský sektor

Ačkoli se zemědělství v Zambii podílí na hrubém domácím produktu (HDP) pouze 3 %, má velký potenciál pro snížení chudoby prostřednictvím zaměstnanosti, kterou toto odvětví vytváří, zejména proto, že více než 50 % celkové populace Zambie žije ve venkovských oblastech a je zcela závislá na zemědělství založeném na deštích (The World Bank 2022).

Zambie má však potenciál pro výrazné zvýšení zemědělské produkce; v současné době je obděláváno méně než 30 % potenciálně obdělávatelné půdy. V minulosti odvětví zemědělství potýkalo s nízkými cenami produktů, potížemi s dostupností a distribucí úvěrů a vstupů a nedostatkem deviz (Chikowo rok neuveden).



Graf 1 Zaměstnanost v zemědělství (1991-2019)

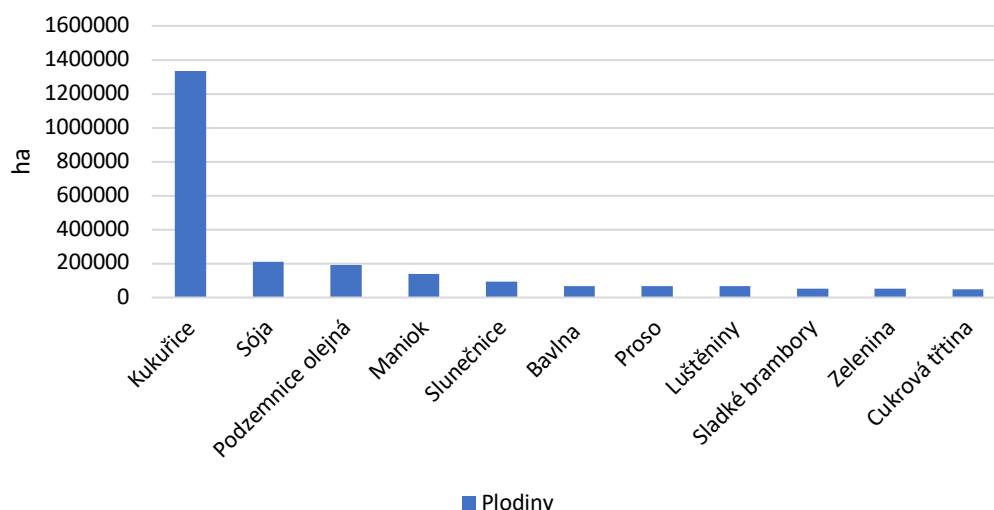
Zdroj dat: International Labour Organization, ILOSTAT 2021, vlastní zpracování

V *Grafu 1* je znázorněna zaměstnanost v zemědělství. Z grafu můžeme vyčíst, že počet lidí v zaměstnaných v zemědělství má od roku 2008 tendenci klesat. Mezi roky 2008 a 2012 je pokles největší (ze 71,43 % na 56,03 %). Od roku 2012 je to opět poměrně vyrovnané, ale je standardně spíše klesající tendence. Rozdělení ukazatele podle pohlaví umožňuje analyzovat rozdělení zaměstnanosti podle pohlaví v jednotlivých odvětvích.

Z grafu vyplývá, že se zaměstnanost v zemědělství od roku 1991 snížila o 20 %. Ženy častěji pracují v zemědělství než muži. Segregace žen v určitých odvětvích může být důsledkem kulturních postojů, které jim brání v nástupu do zaměstnání v průmyslu. Segregace jednoho pohlaví v úzkém spektru profesí výrazně snižuje ekonomickou efektivitu tím, že snižuje flexibilitu trhu práce, a tím i schopnost ekonomiky přizpůsobovat se změnám. Tato segregace je obzvláště škodlivá pro ženy, které mají mnohem užší výběr na trhu práce a nižší úroveň mzdy než muži, kteří více pracují ve službách, či v průmyslu (Index Mundi 2019)

4.1.2 Rostlinná a živočišná produkce

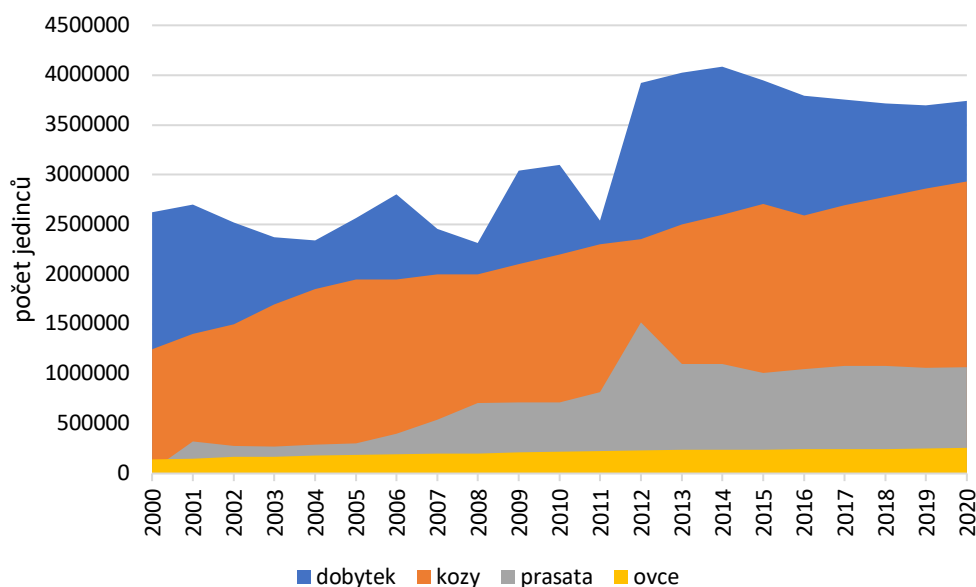
Kukuřice je hlavní základní a nejčastěji pěstovanou plodinou mezi drobnými zemědělci (zabírá více než 65 % obdělávané půdy). Dle odhadu činí spotřeba kukuřice na obyvatele 105 kilogramů ročně – většina se konzumuje jako tuhá kaše nebo se fermentuje na pivo a vedlejší produkty se používají jako krmivo pro hospodářská zvířata. Kukuřice představuje 63 % všech zkonsumovaných kalorií (Harris *et al.* 2019). Mezi další důležité základní plodiny patří maniok, podzemnice olejná, čirok, rýže a proso. Mezi hlavní tržní plodiny pěstované v Zambii patří bavlna, sója, cukrová třtina, podzemnice (viz Graf 2).



Graf 2 Plodiny dle sklizené plochy

Zdroj: Faostat 2022

Produkce hlavních hospodářských zvířat se soustřeďuje ve čtyřech provinciích Zambie – v Jižní, Centrální, Východní a Západní provincii (Republic of Zambia 2017). Skot se na produkci hlavních hospodářských zvířat v Zambii podílí nejméně 60 %. Mezi další hlavní hospodářská zvířata patří ovce (9 %), kozy (15 %) a prasata (14 %). Produkce hlavních hospodářských zvířat je znázorněna v *Grafu 3*.



Graf 3 Produkce hlavních hospodářských zvířat

Zdroj: Faostat 2022

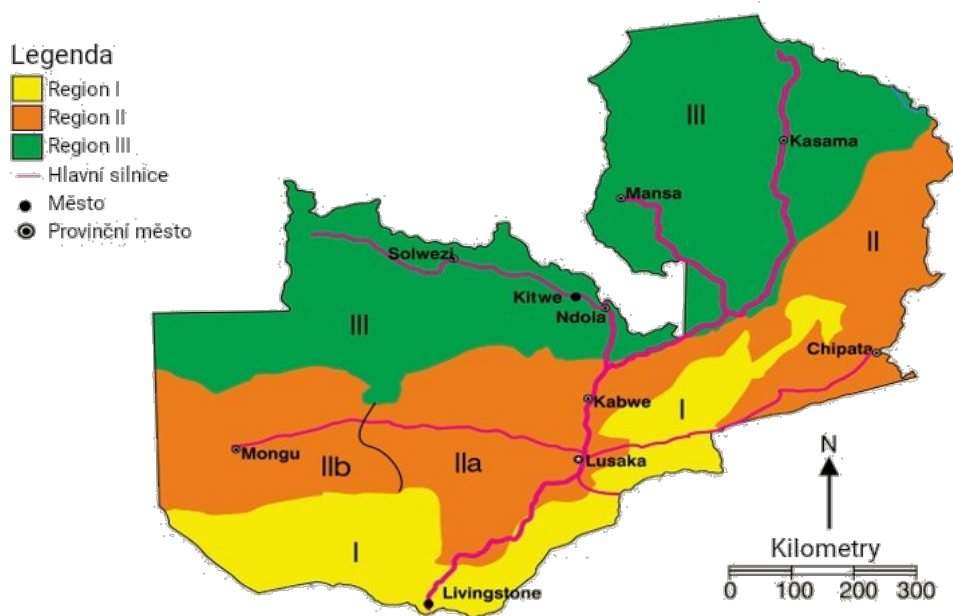
4.1.3 Zemědělská produkce dle agro-ekologických regionů

Na základě dlouhodobých klimatických údajů a půdního typu je Zambie rozdělena do tří agroekologických zón, a to na zónu I, IIa – b a III (viz *Obrázek 1*).

Za normálních klimatických podmínek je v zóně I průměrný roční úhrn srážek méně než 800 mm s průměrnou roční teplotou přibližně 26,7 °C a vegetační dobou 80-120 dní, což s nepravidelnými srážkami představuje riziko pro rostlinnou výrobu, bohužel až hrozbu sucha. Zahrnuje převážně riftová údolí Luangwa-Zambezi a tvoří asi 12 % celkové rozlohy Zambie. Jeho region tvoří hlinité až jílovité půdy na dně údolí a jemné mělké půdy na srážech (Nkomoki 2015). Převažující skupinu zemědělců tvoří subsistenční farmy.

Zóna II se vyznačuje průměrným ročním úhrnem srážek 800 až 1000 mm a průměrnými ročními teplotami kolem 22,1 °C a vegetační dobou dlouhou 100-140 dní.

Zahrnuje západní polopouštní roviny údolí Zambezi (IIb) a záplavové roviny Kafue, jižní a východní náhorní plošiny (IIa) a údolí Luangwa, tvoří asi 42% celkové rozlohy země. Přestože Chikowo (rok neuveden) označuje půdy tohoto regionu za nejúrodnější, jsou náchylné k erozím a obsahují malé množství organické hmoty a malé množství dusíku. Farmáři se však často setkávají s obdobími sucha, i přes vyšší srážky, které snižují výnosy. V zóně II je koncentrována většina komerčních farem, ale hospodaří zde i drobní a středně velcí farmáři.



Obrázek 1 Agroekologické regiony Zambie

Zdroj: Conservation Farming Unit 2007

Zóna III tvoří 46 % celkové rozlohy země a vyznačuje se ročními srážkami v rozmezí 1000 mm až 1500 mm a zahrnuje severní oblast s vysokými srážkami a mírnými ročními teplotními průměry kolem 21,7 °C (Makondo *et al.* 2014). s výjimkou Měděného pásu se region vyznačuje silně vyluhovanými kyselými půdami (MACO 2004). Doba vegetačního období se pohybuje mezi 120–150 dny a produkční potenciál je omezován tím, že se zde půdy vyznačují extrémní zvětralostí a kyselostí. Má potenciál pro produkci prosa, manioku, čiroku, fazolí a podzemnice olejně (MACO 2004). Tento agroekologický region je typický pro drobné farmáře, zejména ve venkovských oblastech (Zambia National Food and Nutrition, Commission 2009).

Zóny I, IIa a III jsou oblasti, které zahrnují hlavní pěstitelské oblasti kukuřice v zemi (Smale *et al.* 2015).

4.1.4 Kategorie zemědělců

V Zambii existují tři hlavní kategorie zemědělců, které jsou definovány podle plochy obhospodařované jednotlivými zemědělci.

1) Drobní zemědělci, kterých je naprostá většina, obhospodařují méně než 5 ha, používají málo externích vstupů a většinu své produkce spotřebují, přičemž přebytky občas prodávají na trhu. Půdu obdělávají převážně ruční motykou. (Chikowo, rok neuveden)

V regionu I převažují drobní zemědělci v hlavních údolních systémech. V údolí Luangwa se pěstuje především čirok, proso a kukuřice, ale také podzemnice olejná, hrachor a dýně. Zemědělci používají k obdělávání ruční motyky. Zemědělské domácnosti běžně chovají kozy a kuřata a někteří farmáři mají několik kusů skotu. V ostatních oblastech regionu se pěstuje především proso, čirok a maniok.

Hlavními plodinami v systému ruční motyčky v severní, luapulské a severozápadní provincii (Region III) jsou maniok, krajové odrůdy kukuřice, sladké brambory, dýně, proso a fazole. Většina zemědělců chová slepice a několik koz, ale jiná hospodářská zvířata jsou neobvyklá. Výskyt mouchy tse-tse v některých oblastech omezuje možnosti chovu dobytka. (Chikowo, rok neuveden)

2) Střední zemědělci obhospodařují 5 až 20 ha. Používají vylepšená osiva a hnojiva a většinu své produkce prodávají. Tito zemědělci běžně používají kombinaci ruční práce, zvířecího tahu a traktorů.

3) Velcí komerční zemědělci ročně osejí více než dvacet hektarů. Tito zemědělci používají vysoké množství vstupů a k zemědělským činnostem využívají voly nebo stroje. Produkují téměř výhradně pro přímý prodej na trhu nebo zkrmují obilí hospodářským zvířatům chovaným na farmě. Velcí komerční zemědělci tvoří pouze 4 % zemědělských domácností, ale obhospodařují 22 % veškeré obdělávané půdy (Chikowo rok neuveden).

Velcí komerční zemědělci v Zambii jsou soustředěni v regionu II. Jejich zemědělské systémy jsou mechanizované a velmi rozmanité, pěstují kukuřici, sóju, pšenici, bavlnu, tabák, kávu, zeleninu a květiny a chovají hospodářská zvířata. Kukuřice je hlavní základní plodinou v těchto systémech ve středních a východních provinciích. Pro zpestření stravy

se pěstují fazole, podzemnice olejná, dýně a listy manioku. Mezi další plodiny patří bavlna, čirok, sója a slunečnice. Běžně se chová skot, kuřata, kozy, prasata a ovce. Zemědělci pěstují také tabák. Skot je důležitý pro trakci, maso, mléko a hnůj. Hlavními překážkami pro zvýšení rostlinné produkce v regionu II jsou nedostatek levných biocidů pro boj se škůdci a chorobami, degradace půdy a vyčerpání půdní úrodnosti.

4.1.5 Bariéry v zemědělství

Ačkoliv má Zambie velmi příznivé podmínky pro zemědělství, rozsáhlé plochy dosud neobdělávané zemědělské půdy a poměrně značné zdroje podzemní vody, potýká se s řadou překážek, mezi které patří:

- zemědělství založené na dešťových srážkách a nedostatečné využití zavlažovacích systémů (většina zemědělské půdy je závislá na dešťových srážkách a pouze asi 3 % celkové osázené plochy jsou zavlažována) - díky čemuž je zambijské zemědělství náchylné ke změně klimatu
- nedostatečné přijetí udržitelných způsobů obhospodařování půdy
- nízká diverzifikace (převažuje pěstování několika základních plodin, zejména kukuřice)
- zhroucení tradičního systému ponechání půdy ladem, a tím také snížení dostupnosti půdy v důsledku zvyšujícího se počtu obyvatel
- nedostatečná mechanizace
- slabý zemědělský zpracovatelský sektor
- téměř neexistujícím potravinářský průmysl
- ne zcela optimální využití minerálních hnojiv, především drobnými zemědělci, kvůli zásobovacím obtížím a vysokým nákladům
- špatná infrastruktura
- vysoké náklady a pozdní dodávky zemědělských vstupů

Zdroje: CzechTrade 2022; Hamududu & Ngoma 2019; Makondo *et al.* 2014; FAO 2013; Bonaglia 2008; Kwesigy *et al.* 2003.

Závislost na zemědělství založeném na dešti vedla k proměnlivosti produkce plodin v jednotlivých letech. Zranitelnost vůči suchu a v některých obdobích i záplavám

způsobila, že se toto odvětví plně nerozvíjí. To lze přičíst nedostatečné technologii, pokud jde o zavlažovací systém, přestože Zambie má bohaté zdroje vody (Jayne *et al.* 2007).

Proto Zambie musí značnou část domácí spotřeby dovážet, nejčastěji z Jihoafrické republiky, což se týká převážně produktů s vyšší přidanou hodnotou. Pandemie COVID-19 přinesla drastické oslabení zambijské měny a tím také komplikace při zásobování ze zahraničí, z důvodu neúměrného zdražování. Z těchto důvodů v Zambii roste zájem o domácí produkci ze strany zemědělských asociací, spotřebitelů a státních institucí (CzechTrade 2021).

4.2 Klimatická rizika - definice

Světová meteorologická organizace (WMO 2004) definuje klima jako statistický popis variability a průměru příslušných proměnných, jako jsou srážky, vítr a teplota, za období 30 let. Stručně řečeno, jedná se o průměrné podmínky atmosféry pozorované po dlouhou dobu na daném místě, bez ohledu na přirozenou proměnlivost nebo antropogenní činnost (IPCC 2007). Podle Clarkea a dalších (2002) se změna klimatu vztahuje ke komplexním a vzájemně závislým environmentálním problémům. Potenciální důsledky jsou obousměrné a zaměřují se na fyzikální a socioekonomický rozměr. Byly pozorovány různé biofyzikální dopady zahrnující mimo jiné zvýšení hladiny mořské vody, sucha a srážek (Mendelsohn & Dinah 2005). Sociálně-ekonomické dopady se vyznačují souvislostmi s biofyzikálními a environmentálními degradacemi, jako je potravinová bezpečnost a snižování chudoby (Koch *et al.* 2006).

Proměnlivost klimatu je změna klimatických podmínek v důsledku přirozených změn atmosférických procesů. Proměnlivost klimatu a změna klimatu byly uznány za závažný globální jev, který představuje výzvu pro lidský rozvoj. Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC 2007) v různých zprávách od roku 1990 do současnosti znovu potvrzuje svá zjištění. Změny fyzikálních a biologických systémů vyvolané klimatem jsou již pociťovány a působí stres na zranitelná odvětví.

Sucho, definované jako neobvyklý a dočasný nedostatek vody, představuje trvalé nebezpečí, které může mít dopad na lidské a environmentální systémy. Sucha, která se mohou vyskytnout všude, by neměla být zaměňována s vyprahlostí, což je trvalý

klimatický stav. Zde je nebezpečí sucha reprezentováno kombinací různých standardizovaných indexů, které pokrývají řadu typů sucha (meteorologické, podpovrchové a povrchové (hydrologické) sucho). Z rizika katastrof jsou sucha analyzována z hlediska nebezpečí, ohroženého obyvatelstva, HDP a hospodářských zvířat (CIMA 2019).

Povodňové nebezpečí v hodnocení rizik zahrnuje říční (fluviální) povodně a bleskové povodně. V Zambii se mluví především o říčních a přívalových povodních v hlavních městských centrech. Fluviální povodně jsou odhadovány s rozlišením 90 m s využitím globálních meteorologických datových sad, globálního hydrologického modelu, globálního modelu směrování povodní a postupu snižování inundace. Přívalové povodně se odhadují odvozením ukazatelů náchylnosti na základě topografických map a map využití území. Na základě modelované hloubky zaplavení v každé konkrétní lokalitě jsou vytvořeny křivky povodňových ztrát, které definují potenciální škody na různých objektech (CIMA 2019).

Ztráty způsobené povodněmi a suchem se posuzují ve vztahu k počtu obyvatel, HDP a řadě kritických odvětví (školství, zdravotnictví, doprava, bydlení a výrobní a zemědělské odvětví). Sektory jsou vytvořeny seskupením všech různých složek, které přispívají k určité funkci (např. sektor zdravotnictví se skládá z nemocnic, klinik a ambulancí). Veřejně dostupná globální a národní data, která jsou řádně vytvořena, umožňují lokalizovat tyto prvky ve vysokém rozlišení, např. 90 metrů nebo nižším, pro celou zemi. Celkový počet obyvatel a národní HDP (v USD) jsou uvažovány v současném (2016) i budoucím (2050) scénáři. Kritická odvětví jsou charakterizována z hlediska jejich ekonomické hodnoty (v USD) s využitím nejaktuálnějších dostupných informací.

4.3 Klimatická rizika a jejich dopady na zemědělskou produkci v Zambii

Hlavními klimatickými riziky, kterým Zambie čelí, jsou sucha, povodně a do jisté míry i extrémní teploty. Všechny tyto jevy mají negativní dopad na zemědělství, protože závislost na zemědělství založeném na deštích vystavuje venkovské domácnosti riziku a činí je zranitelnými vůči klimatickým šokům (Hallegatte *et al.* 2016). Dle posledních studií budou mít klimatické změny vliv na pokles zemědělské produktivity, chudobu

místních obyvatel, potravinovou bezpečnost, délku vegetačního období a povedou ke snížení dostupnosti vody do roku 2050 o 13 % (Hamududu & Ngoma 2019; Mulenga *et al.* 2017). Mezi hlavní dopady změny klimatu v Zambii patří mimo jiné také výrazný nárůst úhynu volně žijících zvířat, zaplavení některých částí země, pokles turistického ruchu, vysychání řek, riziko vyschnutí Viktoriinských vodopádů a zvýšené šíření nemocí, jako je malárie, v důsledku rostoucího počtu komárů (Kalantar 2010). Jižní části země budou změnou klimatu zasaženy více než severní části (Ngoma *et al.* 2021; Hamududu & Ngoma 2019; Mulenga *et al.* 2017).

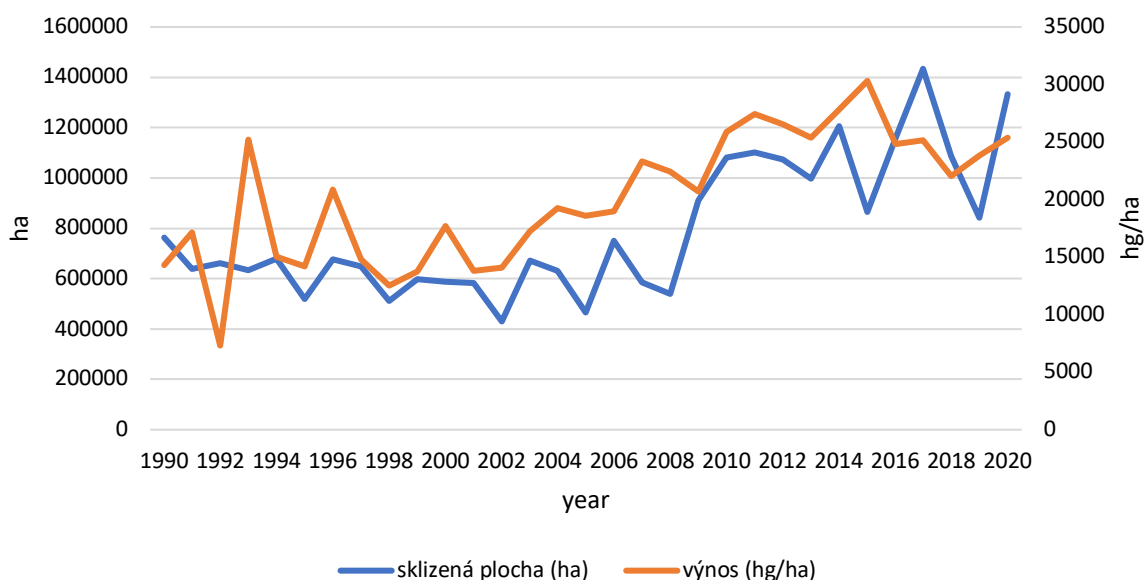
Za posledních 20 let zažila Zambie sucha v zemědělských sezónách 2000/2001, 2001/2002, 2004/2005 a 2018/2019 a relativně podprůměrné srážky v zemědělské sezóně 2011/2012, zatímco v zemědělských sezónách 2005/2006 a 2006/2007 se vyskytly povodně (Libanda *et al.* 2019). Výnosy plodin jsou v Zambii vysoce ovlivněny proměnlivostí počasí (Wineman & Crawford 2017). V roce 2018-2019 se Zambie potýkala s dlouhotrvajícím suchem, které negativně ovlivnilo úrodu a vedlo ke snížení produkce obilovin, zejména v jižní provincii – regionu náchylném k suchu. V důsledku dlouhotrvajících období sucha v letech 2018-2019 a současného snížení produkce obilovin se ve většině domácností rychle vyčerpaly zásoby potravin, což vedlo k závislosti na nákupech na trhu, a cena obilovin, zejména kukuřice, tak prudce vzrostla (ACAPS 2019). V roce 2017/2018 postihla přerušovaná období sucha a intenzivní záplavy velkou část země a zničily velkou část úrody obilovin, zejména pšenice, čiroku a kukuřice (Relief Web 2020). To vedlo k 33,6 % poklesu produkce kukuřice ve srovnání s předchozí sezónou (2016/2017) a 20 % poklesu ve srovnání s pětiletým průměrem (ACAPS 2019). Kvůli tomu se 2,3 milionu lidí musela potýkat s nedostatkem potravin a miliony lidí se ocitly pod hranicí chudoby (Mwenda 2019; OCHA 2020).

V oblastech postižených suchem žije za současných klimatických podmínek v průměru asi 7,2 milionu lidí, z nichž je podle odhadů přímo postiženo v průměru 3,2 milionu osob ročně. Tento počet se za předpokládaných klimatických podmínek zvyšuje na 3,7 milionu a při zohlednění předpokládaných klimatických podmínek i socioekonomického vývoje na 6,9 milionu. Přímé ekonomické ztráty v zemědělství a výrobním sektoru (vodní energie) se odhadují v průměru na 75 milionů USD ročně a za

předpokládaných klimatických podmínek se zvýší na 250 milionů USD (CIMA, UNDRR 2019).

Variabilita srážek a teploty pravděpodobně povedou k dalšímu postupnému poklesu výnosů a produkce plodin, přičemž se očekává, že nejhůře bude zasažena kukuřice, zejména v jižních a západních regionech (Alfani *et al.* 2021; Ngoma *et al.* 2021; Wineman & Crawford 2017). Očekává se, že do roku 2050 dojde v regionu II k 25 % poklesu výnosů kukuřice a 34 % poklesu výnosů fazolí (Mulungu *et al.* 2021). Celkové průměrné roční ztráty v zemědělském sektoru (plodiny) pro celou zemi za předpokládaných klimatických podmínek výrazně vzrostou z 29 na 180 milionů USD ročně, což naznačuje, že v důsledku intenzivnějšího sucha by za předpokládaných klimatických podmínek mohla být ztracena podstatná část roční produkce plodin (CIMA 2019).

Graf 4 zobrazuje sklizeň a hektarový výnos kukuřice od roku 1990 do roku 2020. Ačkoli se hektarový výnos ve sledovaném období zvyšoval, sklizeň se v souvislosti mj. s výrazným úbytkem osevních ploch snižovala. Od roku 2016 do roku 2020 nastalo prudké zvýšení sklizené plody.



Graf 4 Výnosy kukuřice a sklizená plocha od roku 1990 do roku 2020 (Faostat 2022)

Odhaduje se, že více než 39 % hospodářských zvířat je za současných klimatických podmínek vystaveno suchu (tj. zvířata žijící v oblastech zasažených suchem), což odpovídá přibližně 4 milionům kusů. Za předpokládaných klimatických podmínek se

počet postižených hospodářských zvířat zvýší na více než 54 % celkové populace hospodářských zvířat (s nárůstem ve všech regionech, zejména v centrálních a jižních regionech) (CIMA 2019).

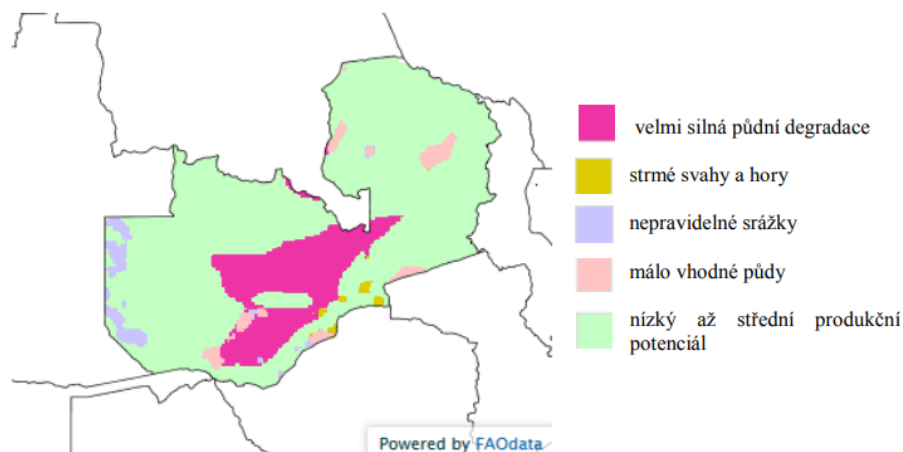
V porovnání se současnými klimatickými podmínkami se ztráty ve výrobě vodní energie v důsledku sucha zvýší za předpokládaných klimatických podmínek téměř o 50 % (pro přehrady Mulungushi, Itezhi-Tezhi, Kafue Gorge a Kariba) (CIMA 2019).

Doporučuje se, aby vláda investovala do využívání plodin odolných vůči suchu a do snížení závislosti na kukuřici. K motivaci zemědělců k přechodu by mohly být použity dotace. Některé regiony méně citlivé na suchu by mohly být opět pomocí dotací podpořeny v pěstování citlivějších a lukrativnějších tržních plodin, zatímco jiné by mohly pěstovat odolnější plodiny pro samozásobení. Shoda panovala v tom, že vláda by měla celkově zvýšit investice do technik šetrných ke klimatu v zemědělském sektoru (CIMA 2019).

Klimatické změny dle agro-ekologických regionů

Historické základní údaje ukazují, že v regionu I spadlo za posledních 30 let nejméně srážek, následovaly regiony II a III. Projekce založené na historických trendech ukazují, že regiony I a II budou v budoucnu zaznamenávat nižší průměrné srážky, zatímco v regionu III se očekává nárůst průměrných srážek. To bude mít negativní dopad na zemědělskou produkci, neboť první dva regiony, zejména region I, jsou již nyní regiony ohroženými suchem (Kalantary 2010).

Níže uvedený obrázek (*Obrázek 2*) znázorňuje hlavní environmentální omezení Zambie.



Obrázek 2 Hlavní environmentální omezení Zambie

Zdroj: Food and Agriculture Organization of the United Nations 2014

4.4 Přehled agroekologických postupů vhodných pro adaptaci na změny klimatu

Konzervační zemědělství (kapitola 4.4.1.), agrolesnictví (kapitola 4.4.2.) a jejich kombinace (kapitola 4.4.3) patří mezi nejrozšířenější a nejčastěji propagované postupy v Zambii (CIAT & World Bank 2017). Mezi další postupy, které jsou nejčastěji využívány patří pěstování meziplodin (kapitola 4.4.4.), vyšlechtěných odrůd odolnějších vůči suchu (kapitola 4.4.5) a diversifikace plodin (kapitola 4.4.6) (Nkomoki *et al.* 2018; CIAT & World Bank 2017; Shitumbanuma *et al.* 2015). Integrovaná ochrana proti škůdcům a chorobám (IPDM) jak v rostlinné výrobě, tak v chovu hospodářských zvířat, je také důležitou praxí (CIAT & World Bank 2017).

4.4.1 Konzervační zemědělství

Konzervační zemědělství je v Zambii aktivně podporováno v sedmi z devíti provincií jako reakce na nízkou zemědělskou produktivitu a degradaci půdy v důsledku intenzivního obdělávání půdy, nedostatku půdního pokryvu a spalování rostlinných zbytků (Baudron *et al.* 2007). Konzervační zemědělství poskytuje lepší ochranu proti půdní erozi ve srovnání s konvenčními systémy (Kassam *et al.* 2015; Thierfelder & Wall

2009), přispívá ke zvýšení výnosů plodin (Kuhn *et al.* 2016; Mafongoya *et al.* 2016; Busari *et al.* 2015; Kassam *et al.* 2015; Ngoma *et al.* 2015 Thierfelder *et al.* 2015) a zvýšení příjmů drobných farmářů.

Mezi tři klíčové zásady konzervačního zemědělství patří žádné nebo minimální mechanické narušení půdy, trvalé krytí půdy organickými látkami a střídání plodin. Tyto zásady jsou vychvalovány jako univerzálně použitelné ve všech zemědělských krajinách a systémech pěstování plodin a přizpůsobitelné místním podmínkám a potřebám (FAO 2016).

V Zambii je konzervační zemědělství propagováno jako soubor následujících postupů:

- omezené obdělávání půdy maximálně na 15 % plochy pole bez převrácení půdy
- přesné kopání trvalých výsadbových jímek nebo rozrývání půdy pomocí „Magoye ripper“ (druhý způsob, pokud jsou k dispozici tažná zvířata)
- ponechávání rostlinných zbytků na poli (žádné spalování)
- střídání obilovin s luskovinami

Zdroj: CFU 2007a; Umar *et al.* 2011

Ponechání rostlinných zbytků na poli

Nejčastěji se na poli ponechávají zbytky obilí (Thierfelder *et al.* 2015). Problémy s volnou pastvou v období sucha (zvykové systémy držby ve většině částí Afriky tradičně umožňují volnou pastvu zvířat na sklizených polích), problémy s nízkou produkcí biomasy a víceúčelovým využitím rostlinných zbytků na farmách patří mezi hlavní bariéry, které znesnadňují drobným farmářům využití rostlinných zbytků na polích (Mupangwa & Thierfelder 2014; Valbuena *et al.* 2012). Některá zvyková pravidla jsou navíc spojena s vypalováním sklizených polí (Arslan *et al.* 2013).

Z tohoto důvodu jsou alternativní strategie mulčování pro drobné zemědělce zásadní. Jako půdní pokryv lze využít i zbytky jiných rostlinných druhů, které se nacházejí v lesích nebo na pastvinách v okolí drobných zemědělských podniků, ačkoli pracovní zátěž spojená s dovozem zbytků činí tuto možnost pro některé zemědělce neatraktivní. Drobní zemědělci v jižní Africe používají zbytky různých druhů trav, stelivo (směs listů a větviček) z původních stromů a stelivo z ovocných stromů vysazených kolem usedlostí (Nyamangara *et al.* 2009). Běžně se využívají zbytky ze stromů jako např. cukrová švestka

(*Uapaca kirkiana*), zebra wood (*Brachystegia spiciformis*) a mnondo (*Julbernardia globiflora*) a z trávy (*Hyparrhenia filipendula*) (Mupangwa *et al.* 2016). Plně vyztřalé travní drny nejsou často zcela spásány hospodářskými zvířaty kvůli vysokému obsahu ligninu, takže jsou k dispozici pro jiné účely, včetně stavebnictví a mulčování.

Zbytky lze využít také z luštěnin, jako je kajan indický (*Cajanus cajan*), krotalarie sítinovitá (*Crotalaria juncea*), chřestnatec (*Crotalaria grahamiana*) a koželusk (*Tephrosia vogelii*), jejichž stěbla lze po jejich vyrašení seřezat a ponechat na povrchu půdy (Mupangwa *et al.* 2016; Nyamangara & Nyagumbo, 2010).

Minimální zpracování půdy

V Zambii se nejčastěji využívá zpracování půdy za pomoci motyk (připrava výsadbových jamek), systém minimálního zpracování půdy s využitím tažných zvířat (za využití Magoye ripper) a zpracování půdy traktorem s rozrývačem (Otim *et al.* 2015; Grabowki *et al.* 2014, CFU 2007b).

Systém minimálního zpracování půdy za pomoci motyk umožňuje farmářům připravit půdu v období sucha, zasít včas a umožňuje snížení narušení půdy ze 100 % na pouhých 15 % (Grabowki *et al.* 2014). Systém minimálního zpracování půdy s využitím tažných zvířat funguje na stejném principu, s výjimkou využívání tažných zvířat při zpracování půdy. Používá se lokálně uzpůsobený nástroj zvaný „Magoye ripper“ (viz Obrázek 3).



A) Minimální orba za použití výsadbových jamek a mulče B) Minimální orba s využitím „Magoye Ripper“

Obrázek 3 Minimální orba za použití výsadbových jamek a „Magoye Ripper“

Zdroj: Shitumbanuma *et al.* 2015

Výsadbové jamky (o rozměrech přibližně 15 cm na šířku, 30 cm na délku a 15 cm do hloubky), jsou ideální hlavně v oblastech s nízkými srážkami, jako jsou například jižní a východní provincie, oblast Lusaky a některé jižní části centrálních provincií Zambie. Jámy se obvykle připravují v období sucha a s příchodem dešťů se do nich vysazují plodiny. Během období sucha jsou plodiny zasazené do výsadbových jamek méně náchylné k vadnutí, protože jamky zadržují více vláhy. Lze v nich pěstovat zejména kukuřici, sóju, bavlnu, podzemnici olejnou či slunečnici. Výsadbové jamky jsou praktické zejména na malých polích, ale v případě dostupné pracovní síly mohou být použity i na větších polích (Shitumbanuma *et al.* 2015).

Rotace plodin

Rotace plodin neboli střídání plodin je využívání stejného pozemku k pěstování různých plodin ve střídavých letech ve snaze maximalizovat produkci.

Vhodné je například střídání následujících plodin:

- Obiloviny – kukuřice, čirok, proso.
- Luštěniny – sója, kravský hrách, podzemnice olejná, fazole polní nebo jejich kombinace.
- Ostatní plodiny – bavlna, slunečnice, sezam.

4.4.2 Agrolesnictví

Účinnou adaptační strategií v době měnícího se klimatu může být agrolesnictví, které má potenciál pro řešení řady problémů současně převažujícího způsobu hospodaření na půdě. Agrolesnictví je tradiční, dnes znovuobjevený specifický systém využívání půdy, jehož základem je pěstování stromů a keřů v kombinaci se zemědělskou produkcí, dobyt看em, běžnými plodinami nebo smíšeným farmařením. Agrolesnictví je praxe založená na pěstování stromů pro účely vázání dusíku pomocí rychle rostoucích keřů nebo stromů (Altieri *et al.* 2012). Dřeviny vytvářejí specifické mikroklima, krajinu ochlazují, zlepšují její estetiku a v neposlední řadě přispívají k zadržování vody v půdě, v krajině a v boji proti degradaci půdy.

4.4.3 Kombinace konzervačního zemědělství a dřevin

Pěstování akácie bělavé (*Faidherbia albida*) známé také pod názvem Musangu, spolu s využitím principů konzervačního zemědělství je v Zambii již řadu let propagováno různými státními i neziskovými organizacemi (Lahmar *et al.* 2012; Garrity *et al.* 2010; ICRAF 2009). Akácie bělavá (*Faidherbia albida*) je vynikající agrolesnická dřevina, která přispívá k úrodnosti půdy. Jedná se o původní druh dřeviny v regionu, a dokonce i v Africe, který váže dusík a je výjimečný svým olistěním. Organická hmota, dusík a další živiny se do půdy dostávají díky opadávajícím listům a semenným luskům. Listy i lusky se často používají jako krmivo pro hospodářská zvířata, jelikož jsou bohaté na bílkoviny a kůra stromu se využívá jako léčivo, dřevo pak pro stavební účely. Kořenový systém napomáhá zadržovat vody a stabilizuje půdu proti sesuvům a půdní erozi (Thierfelder *et al.* 2018). I přes všechna vyjmenovaná pozitiva bývá její přijetí obvykle nízké, hlavně kvůli vysokým nákladům a nízkému dostupnosti sazenic (CIAT & World Bank 2017). Akácie mají obrácenou fenologii a shazují listy v období sklizně, zatímco v suchém zimním období mají plnou korunu. Proto díky jejich systematickému začlenění do zemědělských systémů používající postupy konzervačního zemědělství lze zvýšit výnosy obilovin a zároveň snížit dávky minerálních hnojiv (Garrity *et al.* 2010). Hluboce zakořeněné stromy jsou pro půdu prospěšné po zhruba 9-10 letech, kdy začínají plně recyklovat živiny z hlubších vrstev půdy na její povrch. K obrácené fenologii však dochází pouze tehdy, když mají stromy přístup k podzemní vodě a když nejsou nadměrně ořezávány. To může v některých letech vést ke konkurenci mezi stromy a plodinami. Investice do výsadby stromů vyžaduje práva na užívání půdy a systémy držby, protože jinak není tato investice pro drobné zemědělce atraktivní (Thierfelder *et al.* 2018).

Dalším dobrým příkladem integrace agrolesnických druhů je využití gliricidie (*Gliricidia sepium*) v systémech konzervačního zemědělství ve východní Zambii (Lewis *et al.* 2011). Gliricidie je zde vysazována v řadách vzdálených od sebe 5 m s malým rozestupem v řadě (asi 1 m) a stromy jsou každoročně prořezávány, aby se využily živiny v listech (Lewis *et al.* 2011). Tím je zajištěna potřebná úrodnost půdy, půdní kryt a podpora krmení dobytka. Kukuřice nebo podzemnice olejná, které mohou být vysazeny v meziřádku o šířce 5 m, budou mít z ořezaných listů takový užitek, že lze snížit množství NPK hnojiv (Thierfelder *et al.* 2018). Pěstování akácie bělavé (*Faidherbia*

albida) a B) gliricidie (*Gliricidia sepium*) v systémech konzervačního zemědělství je zobrazeno na *Obrázku 4*.



Obrázek 4 Pěstování A) akácie bělavé (*Faidherbia albida*) a B) gliricidie (*Gliricidia sepium*) v systémech konzervačního zemědělství

Zdroje: A) Shitumbanuma *et al.* 2015; B) Thierfelder *et al.* 2018

Mezi další dřeviny, které jsou do jisté míry využívány patří například sesbánie egyptská (*Sesbania sesban*) a leucéna bělohavá (*Leucaena leucocephala*) (Jacobson & Ham 2020; Tembo *et al.* 2017).

4.4.4 Používání meziplodin

Typickým příkladem používání meziplodin je pěstování kukuřice s luštěninami (podzemnicí olejnou nebo fazolemi) (Nkomoki *et al.* 2018). Dále má velký potenciál pěstování kajanu indického (*Cajanus cajan*), který se se tradičně pěstuje v meziplodinách s kukuřicí (*Zea mays*), čirokem (*Sorghum bicolor*) a prosem (*Eleusine coracana*) (Kiwia *et al.* 2019) (viz *Obrázek 5*).



Obrázek 5 Používání meziplodin (čirok a kajan indický)

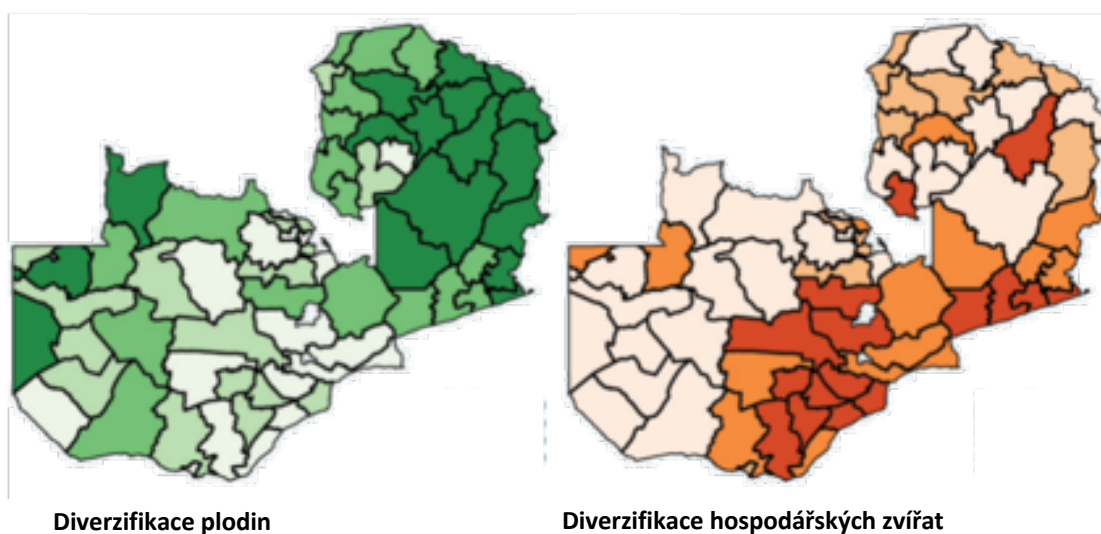
Zdroj: Sud *et al.* 2016

4.4.5 Používání vyšlechtěných odrůd odolnějších vůči suchu

Jednou z účinných a adaptačních strategií je používání odrůd kukuřice odolných vůči suchu (Fisher *et al.* 2015). Tyto odrůdy vyvíjí od roku 2006 CIMMYT ve spolupráci s dalšími centry CGIAR, národními výzkumnými institucemi a producenty osiva a zavádí je do více než 13 zemí východní, západní a jižní Afriky i mimo ni (Wossen *et al.* 2017; Fisher *et al.* 2015; Shiferaw *et al.* 2014). Odrůdy kukuřice odolné vůči suchu jsou dobře přizpůsobeny místním podmínkám a řadíme do nich hybridy i volně opylované odrůdy. Tyto odrůdy jsou nejen tolerantní k suchu, ale některé mají i další žádoucí vlastnosti, jako je odolnost vůči chorobám a/nebo mají lepší účinnost využití dusíku (Wossen *et al.* 2017; Fisher *et al.* 2015). Používání vylepšených odrůd kukuřice hraje klíčovou roli při snížení prevalence podvýživy dětí (Mhlanga *et al.* 2021), jelikož přispívá k vyšším a stabilnějším výnosům a vyšším příjmům (Kalinda *et al.* 2017; Manda *et al.* 2016).

4.4.6 Diversifikace plodin

Diverzifikace plodin je definována jako pěstování různých plodin na stejné zemědělské půdě. Většina drobných zemědělců (80 %) pěstuje tři nebo méně plodin, přičemž 18 % domácností pěstuje pouze jednu plodinu, 32 % pěstuje dvě plodiny a 29 % pěstuje tři plodiny Nejčastěji farmáři pěstují kukuřici, ačkoli proso a čirok jsou odolnější vůči suchu než kukuřice (Mofya-Mukuka & Hichaambwa 2016). Úroveň diverzifikace plodin se liší i mezi regiony, přičemž na severu a severovýchodě země jsou provincie diverzifikovanější, než ostatní provincie, jak je znázorněno na *Obrázku 6* (čím tmavší barva, tím diverzifikovanější region) (Arslan *et al.* 2018).



Obrázek 6 Diverzifikace plodin a hospodářských zvířat v jednotlivých regionech (Gini-Simpsonův index)

Zdroj: Arslan *et al.* 2018

4.4.7 Změna načasování setí

Změna načasování setí je relativně levná a snadno proveditelná praktika, důležitá zejména pro drobné zemědělce využívající dešťové srážky jako hlavní zdroj zavlažování. Nástup období dešťů má zásadní význam pro načasování pěstování plodin: pokud zemědělec zasadí příliš brzy, půdní vlhkost nebude dostatečná pro klíčení semen; pokud zemědělec sází příliš pozdě, intenzivní déšť může semena spláchnout (Reason *et al.* 2005). Zemědělci v několika zemích SSA uvádějí, že posouvají termíny výsadby plodin v reakci na meziroční variabilitu nástupu období dešťů (Bele *et al.* 2014; Bryan *et al.* 2013; Fosu-Mensah *et al.* 2012; Sofoluwe *et al.* 2011). Hlavním omezením je dostupnost dostupných a přesných klimatických předpovědí, které doplňují domorodé znalosti.

4.4.8 Změny v chovatelských postupech

Změny v chovatelských postupech mohou zahrnovat: (1) diverzifikaci, intenzifikaci a/nebo integraci obhospodařování pastvin, živočišné a rostlinné výroby; (2) změnu načasování operací; (3) úpravu tras a vzdáleností chovu; (4) zavedení smíšených systémů chovu hospodářských zvířat, jako jsou systémy s ustájením a pastvou (Akinragbe & Irohibe 2014). Dle studie (Chibinga *et al.* 2012), mezi nejdůležitější „browse species“

během období sucha patří *Dichrostachys popelavá* (*Dichrostachys cinerea*), *mnondo* (*Julbernardia globiflora*) a divoká bauhinia (*Piliostigma thinningii*).

4.4.9 Přehled zambijských kvantitativních studií, zaměřujících se na analýzu faktorů ovlivňujících chování drobných farmářů a jejich adaptaci na klimatické změny v posledních deseti letech

V **Tabulce 1** je znázorněn přehled zambijských kvantitativních studií, které se zaměřovaly na analýzu faktorů ovlivňujících chování drobných farmářů a jejich adaptaci na klimatické změny v posledních deseti letech. Studie byly nejčastěji realizovány ve Východní provincii (Makate *et al.* 2017; Mango *et al.* 2017; Grabowski *et al.* 2016; Manda *et al.* 2016) a to v regionech Chipata, Katete a Lundazi (Manda *et al.* 2020; Khonje *et al.* 2018; Manda *et al.* 2016), Msoro (Makate *et al.* 2017), Budula-siliya (Mango *et al.* 2020; Mponela *et al.* 2016).

Mezi nejčastěji zkoumané agroekologické techniky patřily konzervační zemědělství ať už jako celek nebo jednotlivé principy zvláště (Abdulai *et al.* 2021; Khonje *et al.* 2018; Makate *et al.* 2017; Grabowski *et al.* 2014; Arslan *et al.* 2013), dále pak využívání vyšlechtěných druhů kukuřice (Amondo *et al.* 2019; Khonje *et al.* 2018; Manda *et al.* 2016), agrolesnictví (Nkomoki *et al.* 2018), pěstování mezplodin (Nkomoki *et al.* 2018), diverzifikace plodin (Nkomoki *et al.* 2018; Arslan *et al.* 2018). Několik studií se zaměřovalo také na udržitelné technologie jako celek (Mango *et al.* 2020; Mango *et al.* 2017).

Nejčastěji ve studiích byla analyzována data z roku 2012-2013 (Makate *et al.* 2017; Mango *et al.* 2017; Mango *et al.* 2020; Mponela *et al.* 2016; Grabowski *et al.* 2016; Manda *et al.* 2016).

Tabulka 1 Přehled zambijských kvantitativních studií, které se zaměřovaly na analýzu faktorů ovlivňujících chování drobných farmářů a jejich adaptaci na klimatické změny v posledních deseti letech

Studie	Počet respondentů	Lokalita	Rok sběru dat	Praktiky
Abdulai <i>et al.</i> 2021	5861 domácností	Západní, Východní, Střední a Jižní provincie Zambie	2013	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konzervační zemědělství
Manda <i>et al.</i> 2020	707 domácností	Východní provincie – Chipata, Katete a Lundazi	2012 a 2015	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vyšlechtěné druhy kukuřice
Mango <i>et al.</i> 2020	312 domácností	Východní provincie – Budulasiliya	2012 a 2013	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kombinace více adaptačních praktik
Amondo <i>et al.</i> 2019	1097 domácností	Východní provincie, Jižní provincie a Copperbelt – Masaiti, Chadiza, Chipata, Katete, Lundazi and Petauke, Choma, Kalomo, Monze, Siavonga and Sinazongwe	2015	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vyšlechtěné druhy kukuřice
Khonje <i>et al.</i> 2018	2621 domácností	Východní provincie – Chipata, Katete a Lundazi	2012 a 2015	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vyšlechtěné druhy kukuřice ▪ Vyšlechtěné druhy kukuřice + konzervační zemědělství
Arslan <i>et al.</i> 2018	10987 domácností	Celá země	2012 a 2015	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diverzifikace plodin a zvířat
Nkomoki <i>et al.</i> 2018	400 domácností	Jižní provincie – Choma, Mazabuka, Kalomo and Chikankata	2016	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diverzifikace plodin ▪ Pěstování meziplodin ▪ Agrolesnictví ▪ Výsadbové jamky ▪ Střídání plodin
Makate <i>et al.</i> 2017	312 domácností	Východní provincie – Msoro	2012 a 2013	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Střídání plodin
Mango <i>et al.</i> 2017	312 domácností	Východní provincie	2012 a 2013	Kombinace více adaptačních praktik
Grabowski <i>et al.</i> 2016	245 farmářů prodávajících bavlnu	Východní provincie	2012 a 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Minimální orba
Manda <i>et al.</i> 2016	810 domácností	Východní provincie – Chipata, Katete a Lundazi	2012	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ponechání zbytků na poli ▪ Střídání plodin ▪ Vyšlechtěné druhy kukuřice ▪ Kombinace výše uvedených praktik
Mponela <i>et al.</i> 2016	320 domácností	Východní provincie – Budulasiliya	2012 a 2013	Kombinace: <ul style="list-style-type: none"> ▪ mulčování, lime, kompost, agrolesnictví; ▪ úhor, střídání plodin, luskoviny ▪ anorganická hnojiva, chlévský hnůj, zapracování zbytků
Grabowski <i>et al.</i> 2014	1452 farmářů prodávajících bavlnu	Dunavant, Cargill	2002 a 2011	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimální orba
Arslan <i>et al.</i> 2013	8000 domácností	Celá země	2004 a 2008	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimální orba ▪ Střídání plodin

4.5 Faktory ovlivňující adaptaci farmářů

Celá řada faktorů ovlivňuje chování drobných farmářů a jejich adaptaci na klimatické změny. Mezi tyto faktory patří například socio-ekonomické faktory (kapitola 4.5.1.), které zahrnují charakteristiku farmáře/hlavy domácnosti – jeho věk, pohlaví, dosažené vzdělání, zkušenosti v zemědělství, zdroj a výši příjmu) a psychologické faktory, jako je například důvěra farmáře, vnímání klimatických změn, zkušenost s extrémními projevy počasí. Charakteristika domácnosti (kapitola 4.5.2.), ve které drobní farmáři žijí, také hraje důležitou roli. Zejména pak počet členů rodiny v produktivním věku. Charakteristika pozemku a vlastnosti půdy (kapitola 4.5.3.), (jeho velikost, fragmentace, typ vlastnictví) hraje klíčovou roli při adaptaci na klimatické změny. Institucionální faktory (kapitola 4.5.4.) jako například přístup a délka využívání poradenských služeb v zemědělství, přístup k půjčkám, členství v zemědělských kooperativách a spolcích jsou také důležité (Mango *et al.* 2020; Khonje *et al.* 2018; Nkomoki *et al.* 2018; Manda *et al.* 2016; Abdulai 2016; Grabowski *et al.* 2016; Mponela *et al.* 2016; Arslan *et al.* 2013).

V **Tabulce 2** je znázorněn přehled zambijských kvantitativních studií a faktorů, které statisticky významně ovlivňovaly adaptaci drobných farmářů na klimatické změny v posledních deseti letech. Mezi faktory, které měly nejčastěji vliv na adaptaci farmářů na klimatické změny patřilo vzdělání a zkušenosti farmáře v zemědělství (Abdulai *et al.* 2021; Mango *et al.* 2020; Khonje *et al.* 2018; Nkomoki *et al.* 2018; Manda *et al.* 2016; Abdulai 2016; Mponela *et al.* 2016; Grabowski *et al.* 2016; Arslan *et al.* 2013), věk farmáře (Mango *et al.* 2020; Manda *et al.* 2020; Mango *et al.* 2017; Grabowski *et al.* 2016), využívání a zkušenosti pracovníků poradenské služby (Mango *et al.* 2020; Nkomoki *et al.* 2018; Mango *et al.* 2017) a úrodnost půdy (Amando *et al.* 2019; Khonje *et al.* 2018; Mponela *et al.* 2016; Manda *et al.* 2016).

Tabulka 2 Přehled zambijských kvantitativních studií a faktorů, které ovlivňovaly adaptaci drobných farmářů na klimatické změny v posledních deseti letech

Technika	Charakteristika farmáře / hlavy domácnosti	Charakteristika domácnosti	Charakteristika farmy	Institucionální faktory	Charakteristika pozemku a lokalita	Zdroj
Bezorebné zpracování půdy				Počet let, které působí CFU ¹ v lokalitě (+) Distributor používá bezorebné zpracování půdy (+) dostupnost herbicidů na úvěr (+) dostupnost služeb poskytujících rozrývač (+)		Grabowski <i>et al.</i> 2014
				Školení na střídání plodin a bezorebné zpracování půdy (+)	Zpoždění nástupu deště (+) Lokalita (*) Rok 2008 (-) historické údaje o odhadech srážek (+)	Arslan <i>et al.</i> 2013
Výsadbové misky	Ženy (-) Vzdělání (-)		Vlastnictví půdy (-)	Přístup k úvěrům (+) Členství ve farmářské skupině (-)		Nkomoki <i>et al.</i> 2018
	Ženy (-) Vzdělání (+) Zkušenosti v zemědělství (+) Věk (+) Přístup k příjmům mimo zemědělství (-)		Využití hnojiva (+) TLU ¹ (-) Dospělí pracovníci/ha (+) Velikost farmy (+)	Obdržené pobídky (+) Školení na střídání plodin a bezorebné zpracování půdy (+)		Grabowski <i>et al.</i> 2016
	Přístup k příjmům mimo zemědělství (-)		Dospělí pracovníci/ha (+) Velikost farmy (+) Využití hnojiva (+) Hodnota mechanizace (+)			Grabowski <i>et al.</i> 2016
Mulč a krycí plodiny	Ženy (-) Vzdělání (+) Přístup k příjmům mimo zemědělství (+)		Velikost farmy (+) Vlastnictví půdy (-)	Informace o udržitelných technologiích (+)	Vnímání škůdců jako problému (-) Lokalita (*)	Manda <i>et al.</i> 2016
Rotace plodin	Ženy (-) Vzdělání (+)	Počet členů domácnosti (+)		Důvěra ve vládní podporu (-), Důvěra ve schopnosti pracovníka poradenské služby (-)	Úrodnost půdy (+) Lokalita (*) Vnímání sucha jako problému (+)	Manda <i>et al.</i> 2016

				Informace o udržitelných technologiích (+)		
	Vzdělání (+) Polygammí hlava domácnosti (+)	Počet dospělých starších 15 let (+)	Vlastnictví mechanizace (+) vlastnictví volů (+)	Školení na téma střídání plodin a bezorebné zpracování půdy (+)	Mírné omezení půdy (+) Zpoždění nástupu deště (+) Lokalita (*)	Arslan <i>et al.</i> 2013
Konzervační zemědělství			Velikost farmy (+) Využití hnojiva (+)		Index srážek (-)	Khonje <i>et al.</i> 2018
Konzervační zemědělství	Věk farmáře (+) Vzdělání (+)			Přístup k poradenským službám (+) Členství v asociaci (+) Vzdálenost k trhu (-) Vzdálenost ke zdroji kapitálu (+) Počet farmářů, které konz. zemědělství adoptovali (+)	Lokalita (*)	Abdulai <i>et al.</i> 2021
			Vzdálenost pozemku od domova (-) Využití hnojiva (-) Hodnota reálného majetku (+)	Údaje o marketingu (-)		Khonje <i>et al.</i> 2018
		Počet členů domácnosti (-)	Velikost farmy (+)	Důvěra ve vládní podporu (-) Vzdálenost na trh s hnojivý (-)		Manda <i>et al.</i> 2016
Vyšlechtěné druhy kukuřice	Věk (+), přístup k příjmům mimo zemědělství (-)		Vlastnictví dobytka (-)	Kontakt s nevládními porad. službami (-) Kontakt s příbuznými (-) Kontakt s vládními porad. službami (+) Počet let v obci (-)	Lokalita (*)	Manda <i>et al.</i> 2020
			Anorganické hnojivo (+) Využití najaté pracovní síly (+) Pracovní síla (+)	Dotace na osivo (+) Ostatní zemědělci jako zdroj informací o vyšlechtěné kukuřici (-)	Ploché sklony pozemku (+) Mírná eroze pozemku (+)	Amando <i>et al.</i> 2019
Vyšlechtěné druhy kukuřice + konzervační zemědělství	Ženy (-) Vzdělání (+)		Vzdálenost pozemku od domova (+)	Údaje o marketingu (+)	Úrodnost půdy (+) Index srážek (-)	Khonje <i>et al.</i> 2018
Diverzifikace	Zkušenosti v zemědělství (+)		Vlastnictví půdy (-)	Přístup k úvěrům (-) členství ve farmářské skupině (+)		Nkomoki <i>et al.</i> 2018

Diverzifikace plodin	Žena (+) Vzdělání (+)		Velikost pozemku (+)	Vzdálenost k trhům (+) Počet žijících sourozenců (+) Hustota zalidnění (+) Míra chudoby v regionu (-) FISP ³ (+) FRA ⁴ (+) Poradenské služby (+) banky, kupci tabáku a bavlny (-) manžel je příbuzný náčelníka (+)	Pokles srážek (-)	Arslan <i>et al.</i> 2018
Diverzifikace zvířat	Žena (-) Vzdělání (+)	Počet členů domácnosti (+)	Velikost pozemku (+) Bohatství (+)	Hustota zalidnění regionu (+) FRA (+) banky, kupci tabáku a bavlny (-) manžel je příbuzný náčelníka (+)	Pokles srážek (-)	Arslan <i>et al.</i> 2018
Agrolesnictví	Ženy (-)		Vlastnictví půdy (-)	Přístup k úvěrům (-)		Nkomoki <i>et al.</i> 2018
Pěstování meziplodin				Přístup k úvěrům (+)		Nkomoki <i>et al.</i> 2018
Kombinace více adaptačních praktik	Věk (+) Vzdělání (+)		Podíl orné půdy, která je k dispozici a počtu osob v domácnosti (-)	Členství ve farmářské skupině (+) Přístup k poradenským službám (+)		Mango <i>et al.</i> 2020
Kombinace více adaptačních praktik	Věk (+) Vzdělání (+)		Počet pozemků (+) podíl orné půdy, která je k dispozici a počtu osob v domácnosti (-)	Přístup k poradenským službám (+) Členství ve farmářské skupině (+)		Mango <i>et al.</i> 2017
mulčování, vápno, kompost, agrolesnictví				Členství ve farmářské skupině (-)	Úrodnost půdy (+)	Mponela <i>et al.</i> 2016
úhor, střídání plodin, luskoviny	Vzdělání (+) Přístup k příjmům mimo zemědělství (+)		Vlastnictví jízdního kola (+)	Překážky v přístupu k úvěrům (+)	Úrodnost půdy (+)	Mponela <i>et al.</i> 2016
anorganická hnojiva, chlévský hnůj, zapracování zbytků	Přístup k příjmům mimo zemědělství (+) Úhyn hospodářských zvířat (+) Ztráta úrody (-)	Počet členů domácnosti (-)	Produkce prodaná ze dvora (+) Vlastnictví jízdního kola (+) Vlastnictví telefonu (+)		Úrodnost půdy (+)	Mponela <i>et al.</i> 2016
střídání luskovin a obilovin					Vnímání a znalost klimatických změn (-)	Makate <i>et al.</i> 2017

Poznámka: ¹ CFU - Conservation Farming Unit ² TLU – tropical livestock unit; ³FISP = The Farmer Input Support Programme ⁴FRS = The Food Reserve Agency

4.5.1 Socio-ekonomické faktory

Pohlaví

Několik studií potvrdilo, že zambijské domácnosti, které jsou vedeny ženami, mají nižší míru osvojení adaptačních technologií jako např. agrolesnictví (Nkomoki *et al.* 2018), kombinaci konzervačního zemědělství s vyšlechtěnými druhy kukuřice (Khonje *et al.* 2018), rotaci plodin (Manda *et al.* 2016), využití mulče a krycích plodin na poli (Manda *et al.* 2016), minimální orbu (Grabowski *et al.* 2016) přípravu výsadbových jamek (Nkomoki *et al.* 2018) a to z několika důvodů. Vnímání klimatických rizik ženami se může v důležitých ohledech lišit od mužů (Siulemba & Moodley 2014; Lambrou & Nelson 2010). Muži a ženy mají odlišné společenské postavení a s tím spojené povinnosti (Seasoned Development Solutions 2021). Navíc bylo prokázáno, že zemědělská produkce je u domácností vedené ženami o 40 % nižší než u domácností, ve kterých je hlavou rodiny muž (Gebre *et al.* 2021; Slavchevska 2015; Kilic *et al.* 2015; Doss *et al.* 2011; FAO 2011; Goldstein & Udry 2008). Domácnosti vedené ženami mají také nižší příjmy (Teklewold *et al.* 2019; Zulu-Mbata & Chapoto 2016) což je způsobeno v důsledku systematických a přetrvávajících rozdílů v přístupu k zemědělským vstupům a jejich využívání; k bezpečné držbě půdy; k přístupu na trh a úvěrům (Johnson *et al.* 2015; Kilic *et al.* 2015; Alene *et al.* 2008), což dělá ženy zranitelnějšími vůči dopadům změny klimatu (Antwi-Agyei *et al.* 2013; Goh 2012; Thomas *et al.* 2007).

Věk farmáře

Věk ovlivňuje chování drobných zambijských farmářů a jejich adaptaci z několika důvodů (Abdulai *et al.* 2021; Manda *et al.* 2020; Mango *et al.* 2020; Mango *et al.* 2017; Grabowski *et al.* 2016). Ačkoliv jsou starší farmáři zkušenější a mohou ze svých zkušeností, které získali během let praxe, čerpat během osvojení adaptačních technologií (Mango *et al.* 2020; Kibue *et al.* 2015; Kassie *et al.* 2013) a jsou vnímavější ke změnám klimatu, jelikož mají zkušenosti s klimatickými podmínkami v dlouhodobém časovém horizontu (Maddison 2006), mohou se na druhou stranu potýkat s řadou překážek jako je např. úbytek energie a síly potřebné k obhospodařování zemědělské půdy (Ndiritu *et al.* 2014; Kassie *et al.* 2013). Starší farmáři mohou být také více rezervovaní vůči novým technologiím a vnímat potenciální rizika spojená s adopcí nové technologie (Nigussie *et al.* 2017; Donkor *et al.* 2016; Kassie *et al.* 2015; Ndiritu *et al.* 2014). Starší farmáři mohou navíc často postrádat finanční prostředky na nákup

zemědělské techniky (Nigussie *et al.* 2017). Mladší zemědělci jsou více progresivní a flexibilnější při zavádění nových zemědělských technologií a mají delší plánovací horizont ve srovnání se staršími kolegy (Miheretu & Yimer 2017; Nigussie *et al.* 2017). Na druhou stranu pro ně práce na farmě nemusí být perspektivní a mohou preferovat práci mimo ni.

Vzdělání

Vzdělání hraje důležitou roli při přijímání adaptačních postupů nejen v Zambii (Abdulai *et al.* 2021; Mango *et al.* 2020; Khonje *et al.* 2018; Nkomoki *et al.* 2018; Arslan *et al.* 2018; Manda *et al.* 2016; Abdulai 2016; Mponela *et al.* 2016; Grabowski *et al.* 2016; Arslan *et al.* 2013), ale i jiných afrických státech jako např. Kamerunu (Fosso & Nanfosso 2016), Tanzánii (Faße & Grote 2013) a ve východní a jižní Africe (Kassie *et al.* 2015). Z předchozích studií vyplynulo, že vzdělanější farmáři mají lepší přístup k informacím a větší povědomí o dostupných technologiích a častěji i pozitivnější postoj k adopci inovací (Mango *et al.* 2020; Kibue *et al.* 2015; Maddison 2006). Mimo jiné mají vzdělanější farmáři hlubší znalosti o specifickém načasování aplikace a jsou si také lépe vědomi možných důsledků adaptace na změnu klimatu na potravinovou bezpečnost (Miheretu & Yimer 2017; Waithaka *et al.* 2007). Zkušenosti farmáře jsou také důležitým faktorem ovlivňujícím adaptaci farmářů v Zambii (Nkomoki *et al.* 2018; Grabowski *et al.* 2016).

Zkušenosti s extrémními projevy klimatu a vnímání klimatických změn

Zkušenosti s extrémními projevy klimatu, vnímání a znalost klimatických změn, jako je například extrémní sucho, hraje důležitou roli v procesu formování environmentálního vnímání a osvojení adaptačních postupů (Kibue *et al.* 2015; Gebrehiwot & Veen 2013; Swim *et al.* 2011; Lorenzoni *et al.* 2007). Vnímání související se změnou klimatu je nezbytným předpokladem pro adaptaci (Simelton *et al.* 2013; Deressa *et al.* 2011). Drobní zemědělci, kteří zažili environmentální riziko, jsou kognitivnější a vnímavější ke změně klimatu a mají pozitivnější postoj k přijímání opatření ke snížení jejich dopadů (Spence *et al.* 2011). To naznačuje, že zkušenost s environmentálním rizikem má pozitivní vliv na postoj zemědělců, což následně pozitivně ovlivňuje jejich adaptaci. Povědomí komunity o změně klimatu je také důležité (Adger 2003). Dle studie Mandy *et al.* (2016), vnímání sucha jako překážky zemědělské produkce pozitivně ovlivňuje osvojení střídání plodin, kdežto vnímání škůdců jako problému negativně ovlivňuje použití mulče.

Farmáři, kteří *utrpěli velkou ztrátu hospodářských zvířat* častěji přijímají adaptační postupy. Ačkoli ztráta hospodářských zvířat může znamenat snížení zdrojů chlévského hnoje, drobní farmáři se mohou adaptovat na změnu klimatu zapracováním zbytků a minimálním obděláváním půdy, aby zachovali vláhu a minimalizovali ztrátu půdních živin (Mponela *et al.* 2016). Farmáři, kteří *utrpěli ztrátu úrody* mají tendenci používat omezené kombinace vstupů, jsou pesimističtější při adopci nových technologií, jelikož se obávají, že se jim jejich náklady nevrátí (Mponela *et al.* 2016).

Hlavní zdroj příjmu

Zaměstnání (a zdroj příjmu) mimo zemědělský sektor může mít pozitivní (Mponela *et al.* 2016; Manda *et al.* 2016) i negativní (Manda *et al.* 2020; Grabowski *et al.* 2016) vliv na osvojení adaptačních postupů v Zambii. Drobní zemědělci, pro které představuje zemědělství hlavní zdroj příjmu, mají větší pravděpodobnost, že si osvojí adaptační postupy, jelikož mají větší motivaci zlepšit si kvalitu půdy, produktivitu a jsou motivováni vyššími výnosy (Migheli 2017). Zaměstnání mimo zemědělský sektor snižuje dostupnost pracovní síly a úsilí zemědělců zapojit se do zemědělských činností (Kassie *et al.* 2015; Kassie *et al.* 2013). Nicméně, jak bylo zmíněno v jedné ze zambijských studií, pokud je však farmář zapojen do jiných aktivit mimo farmu, ale farmaření je i přesto hlavním zdrojem příjmu, pak je větší šance, že si osvojí některou z adaptačních technologií (Mponela *et al.* 2016).

4.5.2 Charakteristika domácnosti

Velikost domácnosti

Studie v Zambii poukázaly na pozitivní (Manda *et al.* 2016 u střídání plodin) i negativní vliv (Mponela *et al.* 2016; Manda *et al.* 2016 u používání vyšlechtěných druhů kukuřice) většího počtu členů v domácnosti. Na jedné straně mají domácnosti s více členy větší motivaci, aby investovaly do adaptačních technologií, aby uživily svou rodinu (Ochieng *et al.* 2017). Díky většímu počtu členů domácnosti mohou přijmout postupy náročnější na pracovní sílu (Miheretu & Yimer 2017). Na druhou stranu, velmi početné rodiny mohou spotřebovat veškerou svou produkci, a v důsledku toho nemusí mít dostatek finančních prostředků na investice do zemědělských vstupů (Wakeyo & Gardebroek 2013). K tomu dochází zejména v případě větších domácností s vysokým podílem závislých osob (Shikuku *et al.* 2017). Naopak

domácnosti s větším počtem dospělých osob starších 15 let mají větší šanci adaptačních technologií (Arslan *et al.* 2013; Grabowski *et al.* 2016).

Využití najaté pracovní síly pozitivně ovlivňuje přijetí adaptačních postupů (Amando *et al.* 2019).

4.5.3 Charakteristika farmy

Velikost farmy a vzdálenost pozemku

Několik zambijských studií potvrdilo, že velikost farmy ovlivňuje adaptaci farmářů (Nkomoki *et al.* 2018; Khonje *et al.* 2018; Arslan *et al.* 2018; Grabowski *et al.* 2016; Manda *et al.* 2016). Velikost farmy je považována jako důležitý ukazatel bohatství domácnosti a větší dostupnosti finančního kapitálu, díky kterým mohou být investice do adaptačních technologií proveditelnější (Akinola & Alene 2010). Zemědělci mohou vyčlenit větší plochu pro novou technologii pouze v případě, že mají dostatek půdy; proto ti, kteří mají více půdy, mají komparativní výhodu při zavádění adaptačních technologií (Manda *et al.* 2016; Wainaina *et al.* 2016). Na druhou stranu, domácnosti s relativně větším množstvím půdy však mohou používat méně intenzivní způsoby hospodaření než domácnosti s menším množstvím půdy (Kassie *et al.* 2013). Studie Harris a Orr (2014) navíc poukázala, že se zemědělci s malými pozemky mohou potýkat s příliš nízkými zisky, a nová technologie se tím může stát pro ně neatraktivní. Zambijské studie Manda *et al.* (2020) a Manda *et al.* (2017) poukázaly na to, že s nárůstem výměry orné půdy se zvyšují náklady na zavedení některých ochranných opatření, například náklady na pracovní sílu, což může farmáře odradit od přijetí adaptační postupů.

Zambijští farmáři, kteří vlastní *vzdálenější pozemky* méně často osvojují adaptační postupy (Khonje *et al.* 2018). Vzhledem k tomu, že je pro farmáře náročnější každý den kontrolovat svůj pozemek (Teklewold *et al.* 2013), mohou být tyto pozemky náchylnější ke krádežím a škůdcům.

Vlastnická práva a jistota držby

Vlastnická práva a jistota držby ovlivňují adaptaci drobných farmářů v Zambii (Nkomoki *et al.* 2018), i jiných afrických státech jako např. v Etiopii (Holden *et al.* 2009), Tanzanii (Kassie *et al.* 2013), Ghaně (Fosu-Mensah *et al.* 2012; Abdulai *et al.* 2011), a Keni (Nyaga *et al.* 2015). Například i v případě, že chce farmář využít zbytky na svém vlastním pozemku, zvykové

systemy držby ve většině částí Afriky tradičně umožňují volnou pastvu zvířat na sklizených polích, což použití zbytků značně ztěžuje. Některá zvyková pravidla jsou navíc spojena s vypalováním sklizených polí (Arslan *et al.* 2013).

Fragmentace

Počet pozemků, které domácnost vlastní nebo využívá k zemědělským účelům jsou důležitým faktorem ovlivňujícím přijetí adaptačních postupů (Mango *et al.* 2017). Více pozemků, které zemědělec užívá, je spojeno s větším bohatstvím a větší dostupností kapitálu, což zvyšuje pravděpodobnost investic do adaptačních opatření (Mango *et al.* 2017). Každý další pozemek vlastněný nebo využívaný domácností zvyšuje pravděpodobnost přijetí konzervačních postupů (Mango *et al.* 2017). s nárůstem počtu vlastněných pozemků se může zvýšit riziko ztráty úrody v důsledku absence vhodných ochranných postupů. Zároveň mohou mít různý potenciál úrodnosti, a proto vyžadují různé techniky ke zvýšení celkové produktivity (Niroula & Thapa 2007).

Vlastnictví hospodářských zvířat a zemědělské mechanizace

Vlastnictví hospodářských zvířat a zemědělské mechanizace (a celková hodnota majetku) jsou důležitým ukazatelem bohatství a mohou pozitivně ovlivňovat osvojení adaptační technologie (Khonje *et al.* 2018; Grabowski *et al.* 2016; Arslan *et al.* 2013). Bohatší domácnosti jsou v lepší pozici, aby mohly podstoupit případná rizika spojená s přijetím nové adaptační technologie (Kassie *et al.* 2013).

Využívání hnojiva

Studie Khonje *et al.* (2018) poukázala na to, že používání organických i anorganických hnojiv zvyšuje tvorbu rostlinné biomasy, která lze v konzervačním zemědělství použít jako krycí materiál. Grabowski *et al.* (2016) poukázaly na pozitivní vliv užívání hnojiva na osvojení minimální orby. Na druhé straně, dle stejné studie, se pravděpodobnost přijetí zlepšených odrůd kukuřice s aplikací organických hnojiv snižuje, a anorganických hnojiv zvyšuje (Amando *et al.* 2019; Khonje *et al.* 2018).

4.5.4 Charakteristika pozemku a lokalita

Mezi další charakteristiky pozemku, které ovlivňují adaptaci na klimatické změny v Zambii patří například *úrodnost pozemku, sklon pozemku, typ půdy* (Mponela *et al.* 2016; Khonje *et*

al. 2018; Manda *et al.* 2016; Amando *et al.* 2019). Farmáři, kteří vlastní méně úrodnou půdu nebo půdu náchylnou k erozi jsou obecně více motivováni použít nové zemědělské postupy zvyšujícími její úrodnost (jako je například střídání plodin či používání mulče a posklizňových zbytků na poli) (Abdulai 2016; Alam 2015; Tesfaye *et al.* 2014; Mponela *et al.* 2016; Khonje *et al.* 2018; Manda *et al.* 2016; Amando *et al.* 2019). Pozemky se strmými svahy jsou více náchylné k větrné a vodní erozi, takže postupy umožňující ochranu půdy jsou důležité pro zlepšení strukturální stability a zabránění odtoku živin z půdy (Anderson 2009).

Variabilita a zpožděný nástup dešťových srážek je důležitým faktorem, podporující přijetí systémů minimální orby v Zambii (Arslan *et al.* 2013).

Lokalita, kde se farma nachází, hraje také klíčovou roli při osvojení adaptačních postupů, jak potvrdila řada studií realizovaných v různých částech Zambie (Arslan *et al.* 2013; Manda *et al.* 2016; Manda *et al.* 2020; Abdulai *et al.* 2021).

4.5.5 Institucionální faktory

Drobní farmáři čerpají informace o adaptačních postupech z různých zdrojů. Mezi nejdůležitější zdroje patří zemědělské poradenství (Mango *et al.* 2020; Nkomoki *et al.* 2018; Mango *et al.* 2017; Kibue *et al.* 2015), farmářské skupiny (Mango *et al.* 2017), sociální sítě (Mango *et al.* 2017; Njuki *et al.* 2008), televize (Nkomoki *et al.* 2018) a rádio (Nkomoki *et al.* 2018).

Přístup k poradenským službám

Přístup k poradenským službám hraje v Zambii důležitou roli. Farmáři, kteří využívají poradenské služby mají větší šanci, že si osvojí některou z adaptačních technologií (Abdulai *et al.* 2021; Mango *et al.* 2020; Mango *et al.* 2017). Zemědělci, kteří mají přístup k poradenským službám, mají větší pravděpodobnost, že budou vnímat změny klimatu a budou ochotni přijmout opatření ke snížení jejich dopadů (Nkomoki *et al.* 2018; Nyangena & Juma 2014; Nkegbe *et al.* 2012). Služby poskytované poradenskými pracovníky zahrnují technickou pomoc, informace o vyšlechtěných odrůdách a zemědělských technologiích vhodných pro adaptaci na klimatické změny (Zamasiya *et al.* 2014). Dle Mandy *et al.* (2020) hraje důležitou roli, zda se jedná o vládní či nevládní poradenskou službu. Nevládní poradenské služby jsou obecně považovány za efektivnější, protože se nemusí potýkat s řadou administrativních a politických překážek spojených s byrokracií a jsou schopni efektivněji alokovat zdroje (Kidd *et al.* 2000).

Školení a informace poskytované poradenskými službami drobným farmářům, zaměřující se na některou z adaptačních technik (jako je např. střídání plodin a bezorebné zpracování půdy), jsou pro farmáře klíčové, jak potvrdila řada zambijských studií (Manda *et al.* 2016; Grabowski *et al.* 2016; Arslan *et al.* 2013).

Sociální sítě a členství v zemědělských skupinách

Sociální sítě a členství v zemědělských skupinách patří mezi další důležité zdroje, ze kterých mohou drobní farmáři čerpat informace, což potvrdila celá řada zambijských studií (Mango *et al.* 2020; Manda *et al.* 2020; Mango *et al.* 2017). Např. Manda *et al.* (2020) zmínili, že farmáři, kteří jsou členy zemědělských družstev mají větší pravděpodobnost adopce vyšlechtěných odrůd kukuřice. Farmáři, kteří úspěšně adoptovali zemědělskou praxi, mohou předat své zkušenosti a know-how dalším farmářům ze své skupiny a tím zvýšit jejich motivaci osvojit si danou praxi (Mango *et al.* 2017). Členství v zemědělském nebo farmářském sdružení odráží intenzitu kontaktů s ostatními farmáři, což jim umožňuje učit se jeden od druhého (Adegbola & Gardebroek 2007). Členství ve skupině tak podporuje vytvoření sociálních sítí a sociálního kapitálu, které usnadňují sdílení informací (Mango *et al.* 2017; Njuki *et al.* 2008). Sociální skupina umožňuje zemědělcům rozvíjet sociální důvěru a spoléhat se tak na informace předávané jejich vrstevníky (Frankenberger *et al.* 2013). Zemědělci si navzájem neformálně stanovují normy a také se neustále kontrolují (Chaskin 2008). Členství v sociální skupině jako takové ovlivňuje také normativní přesvědčení, jelikož zemědělci budou chtít jednat takovým způsobem, o kterém se domnívají, že by ho jejich kolegové schválili. I přes všechna zmíněná pozitiva farmářských skupin, studie realizovaná Mponelou *et al.* (2016) a Nkomoki *et al.* (2018) našly, že členství ve farmářských skupinách má negativní vliv na zavádění některých adaptačních technologií (jako např. výsadbových jamek).

Počet příbuzných žijících na vesnici i mimo ni, na které se domácnost může spolehnout, je důležitým faktorem při zavádění adaptačních technologií (Manda *et al.* 2016). Domácnosti s větším počtem příbuzných proto častěji přijímají nové technologie, protože mohou s technologiemi experimentovat, aniž by se vystavovaly nadměrnému riziku (Manda *et al.* 2016; Beyene & Kassie 2015; Kassie *et al.* 2013).

Doba působení CFU v dané lokalitě i zkušenosti distributorů s minimální orbou a bezorebným zpracováním půdy významně ovlivňují celkovou úroveň jejich osvojení. Studie

realizovaná Grabowski *et al.* (2014) poukázala na to, že skupiny pěstitelů bavlny, v nichž distributor praktikuje jakýkoli typ minimální orby, mají v průměru o 16 % vyšší příjem této praktiky než skupiny, v nichž vedoucí zemědělci praktikují konvenční zpracování půdy.

Vlastnictví mobilního telefonu

Telekomunikace se stává důležitým způsobem poskytování zemědělských služeb a sdílení informací mezi drobnými zemědělci (Mittal & Tripathi 2009). Vlastnictví mobilního telefonu proto významně ovlivňuje využívání adaptačních technologií (Mponela *et al.* 2016).

Přístup k úvěru a službám v zemědělství

Několik předchozích studií ukázalo, že přístup k úvěru zkracuje dobu potřebnou k přijetí technologie (Yigezu *et al.* 2018; Alcon *et al.* 2011). Řada farmářů však přístup k úvěrům nemá, jelikož nemají potřebnou zástavu (Nkomoki *et al.* 2018). Dle Nkomoki *et al.* (2018), domácnosti s přístupem k úvěru mají o 17,1 % vyšší pravděpodobnost, že si osvojí pěstování meziplovin a o 34,5 % vyšší pravděpodobnost, že budou používat výsadbové jamky než farmáři bez přístupu k úvěrům. Farmáři, kteří mají dostupný úvěr na herbicidy a v jejich regionu jsou dostupné služby poskytující rozrývač vyšší pravděpodobnost, že budou používat bezorebné zpracování půdy (Grabowski *et al.* 2014)

Vzdálenost k trhům

Vzdálenost k trhům odráží transakční náklady spojené s nákupem zemědělských vstupů a dopravou. Může také ovlivnit dostupnost nových technologií, informací a úvěrových institucí (Kassie *et al.* 2013). Jelikož jízda na kole patří k nejběžnějšímu způsobu dopravy v Zambii, farmáři, kteří vlastní kolo mohou vozit svou produkci na vzdálenější trhy a tím zvýšit cenu produkce, čímž jsou motivováni investovat do dalších adaptačních technologií (Mponela *et al.* 2016).

Přístup k předpovědím počasí

Sezónní klimatické předpovědi jsou důležité, protože pomáhají zemědělcům při rozhodování, zda zvolit nové technologie a zvýšit produkci či nikoliv a umožňují správné načasování zemědělských operací a výběr vhodných odrůd (Nkomoki 2013). výkyvy klimatu ovlivňují zemědělskou produkci a často vedou ke snížení příjmů.

5. Závěr

Cílem této práce bylo prozkoumat faktory ovlivňující vzorce chování drobných zemědělců na změny klimatu v Zambii. Vzhledem k tomu, že zemědělci jsou těmi, kdo provádějí adaptaci v terénu, je jejich postoj k adaptaci klíčovým faktorem určujícím úspěch či neúspěch adaptačních strategií. V zemi náchylné k suchu a potravinové nejistotě je velice důležité, aby si místní drobní farmáři osvojili adaptační strategie a změnili nepříznivý postoj vůči agroekologickým postupům vhodných pro adaptaci. Mezi nejrozšířenější a nejčastěji propagované postupy patří konzervační zemědělství, agrolesnictví a jejich kombinace. Mezi další postupy, které jsou nejčastěji využívány patří pěstování meziplovin, vyšlechtěných odrůd odolnějších vůči suchu a diversifikace plodin. Integrovaná ochrana proti škůdcům a chorobám (IPDM) jak v rostlinné výrobě, tak v chovu hospodářských zvířat, je také důležitou praxí.

Mezi faktory, které statisticky nejvíce ovlivňovaly adaptaci drobných farmářů na klimatické změny v posledních deseti letech patří vzdělání a zkušenosti farmáře v zemědělství, věk farmáře, využívání poradenských služeb a zkušenosti pracovníků v daných organizacích, ale také např. úrodnost půdy.

6. Doporučení

Vzhledem k tomu, že vzdělání, zkušenosti farmáře v zemědělství a využívání poradenských služeb hraje klíčovou roli při adaptaci drobných farmářů na klimatické změny, lze doporučit, aby se informace o vhodných agroekologických postupech a klimatických rizicích rozšířily prostřednictvím zemědělských poradenských služeb či farmářských skupin. Drobní farmáři se mohou účastnit odborných školení, které budou zahrnovat zejména teorii a která budou následně doplněna o praktické informace prostřednictvím demonstračních a pokusných polí. Pro tyto účely lze také zřídit vzdělávací střediska.

Ministerstvo zemědělství může revidovat učební osnovy a doplnit je o problematiku změny klimatu a zařadit informace o inovativních agroekologických postupech zmírňujících dopady klimatických rizik. Tím se zajistí, že absolventi zemědělských odborných škol budou znát aspekty počasí, změny klimatu a meteorologie a budou se moct lépe adaptovat na klimatická rizika. Na pracovníky poradenských služeb, kteří již vykonávají praxi, se lze zaměřit při přeškolení prostřednictvím seminářů, aby lépe porozuměli dané problematice a možným zemědělským postupům, které by účinně řešily problémy způsobené změnou klimatu.

Mezi další strategie, které lze využít při šíření informací o klimatu, patří včasné poskytování předpovědí počasí, díky kterým budou drobní zemědělci informováni o nadcházejícím období srážek a aby tak mohli správně načasovat zemědělské operace a výběr vhodných plodin pro danou sezónu.

Tato studie doporučuje, že je třeba zlepšit šíření informací o klimatu mezi drobnými zemědělci, aby se změnily jejich negativní postoje. Přístup ke spolehlivým informacím o klimatulepší jejich znalosti a posílí jejich rozhodování. Mezi strategie, které lze využít při šíření informací o klimatu, patří včasné poskytování předpovědí počasí, aby byli zemědělci informováni o nadcházejícím období srážek a mohli tak správně načasovat zemědělské operace a výběr vhodných plodin pro danou sezónu.

Informace o klimatu lze zemědělcům šířit také prostřednictvím zemědělských poradenských služeb se zaměřením na sociální skupiny, nebo sdružení v komunitě, stejně jako zřízením vzdělávacích středisek, kde by se mohly zemědělcům předávat informace o adaptačních strategiích. Vzdělávací centra pro změnu klimatu podpoří společné vzdělávání zemědělců a vystaví je experimentům s dopady změny klimatu na různé adaptační strategie.

Ministerstvo zemědělství může revidovat své učební osnovy a doplnit je o problematiku změny klimatu. Tím se zajistí, že absolventi zemědělských odborných škol budou znát aspekty počasí, změny klimatu a meteorologie. Na pracovníky v oblasti rozšiřování znalostí, kteří již vykonávají praxi, se lze zaměřit při přeškolení prostřednictvím seminářů, aby lépe porozuměli dané problematice a možným zemědělským postupům, které by účinně řešily problémy způsobené změnou klimatu.

7. Reference

- Aagaard PJ. 2011. Conservation Farming, Food and Productivity. Dostupné z: <http://conservationagriculture.org/uploads/pdf/CONSERVATION-FARMING-FOOD--AND-PRODUCTIVITY-25.1.2011.pdf> (navštíveno 8.4.2022).
- Aagaard PJ. 2010. Conservation Farming, Productivity and Climate Change Dostupné z: ftp://ftp.fao.org/ag/agp/ca/CA_CoP_Apr11/CA_PRODUCTIVITY_%20CLIMATE_CHANGE.pdf (navštíveno 13.3.2022).
- Abdulai AN, Abdul-Rahaman A, Issahaku G. 2021. Adoption and diffusion of conservation agriculture technology in Zambia: the role of social and institutional networks. *Environmental Economics and Policy Studies* **23**:761-780.
- Abdulai AN. 2016. Impact of conservation agriculture technology on household welfare in Zambia. *Agricultural Economics* **47**:729–741.
- ACAPS. Zambia Drought-Southern Province. 2019. Dostupné z: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/20190711_acaps_start_briefing_note_drought_zambia_final.pdf (navštíveno 11.3.2022).
- Adegbola P, Gardebroek C. 2007. The effect of information sources on technology adoption and modification decisions. *Agricultural Economics* **37**:55-65.
- Alam K. 2015. Farmers' adaptation to water scarcity in drought-prone environments: A case study of Rajshahi District, Bangladesh. *Agricultural Water Management* **148**:196-206.
- Alcon F, de Miguel MD, Burton M. 2011. Duration analysis of adoption of drip irrigation technology in southeastern Spain. *Technological Forecasting and Social Change* **78**: 991-1001.
- Alfani F, Arslan A, McCarthy N, Cavatassi R, Sitko N. 2021. Climate resilience in rural Zambia: evaluating farmers' response to El Niño-induced drought. *Environment and Development Economics* **26**:582-604.
- Altieri MA, Funes-Monzote FR, Petersen P. 2012. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for sustainable development* **32**:1-13.

Akinagbe OM, Irohibe IJ. 2014. Agricultural adaptation strategies to climate change impacts in Africa: A review. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* **39**:407-418.

Akinola AA, Alene AD, Adeyemo R, Sanogo D, Olanrewaju AS, Nwoke C, Nziguheba G. 2010. Determinants of adoption and intensity of use of balance nutrient management systems technologies in the northern Guinea savanna of Nigeria. *Quarterly Journal of International Agriculture* **49**:25-45.

Amondo E, Simtowe F, Erenstein O. 2019. Productivity and production risk effects of adopting drought-tolerant maize varieties in Zambia. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* **11**:570-591.

Anderson G. 2009. The impact of tillage practices and crop residue (stubble) retention in the cropping system of Western Australia. Department of Agriculture and Food, Oxford.

Arslan A, Cavatassi R, Alfani F, Mccarthy N, Lipper L, Kokwe M. 2018. Diversification under climate variability as part of a CSA strategy in rural Zambia. *The Journal of Development Studies* **54**:457-480.

Arslan A, McCarthy N, Lipper L, Asfaw S, Cattaneo A. 2013. Adoption and intensity of adoption of conservation farming practices in Zambia, *Agriculture, Ecosystems & Environment* **187**:72–86.

Atlgger VN. 2003. Social capital, collective action, and adaptation to climate change. *Economic Geography* **79**

Baudron F, Mwanza HM, Triomphe B, Bwalya M. 2007. Conservation agriculture in Zambia: a case study of Southern Province. Nairobi. African Conservation Tillage Network, Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Bele MY, Sonwa DJ, Tiani AM. 2014. Local communities vulnerability to climate change and adaptation strategies in Bukavu in DR Congo. *The Journal of Environment & Development*, **23**:331-357.

Beyene AD, Kassie M. 2015. Speed of adoption of improved maize varieties in Tanzania: An application of duration analysis. *Technological Forecasting and Social Change* **96**:298-307.

Bingham MG, Willems A, Wursten BT, Ballings P, Hyde MA. 2022. Flora of Zambia: Species information: individual images: *Julbernardia globiflora*. Dostupné z: https://www.zambiaflora.com/speciesdata/image-display.php?species_id=126770&image_id=14 (navštíveno 3.4.2022).

Bryan E, Ringler C, Okoba B, Roncoli C, Silvestri S, Herrero M. 2013. Adapting agriculture to climate change in Kenya: Household strategies and determinants. *Journal of environmental management* **114**:26-35.

Busari MA, Singh Kukal S, Kaur A, Bhatt R, Dulazi AA. 2015. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research* **3**:119–129.

CIAT; World Bank. 2017. Climate-Smart Agriculture in Zambia. CSA Country Profiles for Africa Series. International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Washington, D.C.

CIMA, UNDRR (2019): Zambia Disaster Risk Profile. UNDRR and CIMA Research Foundation, Nairobi.

Conservation Farming Unit (CFU). 2007a. Conservation Farming & Conservation Agriculture Handbook for Hoe Farmers in Agro-Ecological Regions I & IIa. Dostupné z: http://www.fsnnetwork.org/sites/default/files/conservation_agriculture_cf_handbook_for_hoe_farmers_zambia.pdf (navštíveno 12.3.2022).

Conservation Farming Unit (CFU). 2007b. Conservation Farming and Conservation Agriculture Handbook for Ox Farmers in Agro-Ecological Regions I and IIa. ZNFU, CFU, Lusaka.

CzechTrade. 2016. Česká agentura na podporu obchodu/CzechTrade. Dostupné z: <https://www.czechtrade.cz/czechtrade-svet?selected=africa#map> (navštíveno 10.2.2022).

Deressa TT, Hassan RM, Ringler C. 2011. Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. *The Journal of Agricultural Science* **149**:23-31.

Donkor E, Owusu-Sekyere E, Owusu V, Jordaan H. 2016. Impact of agricultural extension service on adoption of chemical fertilizer: Implications for rice productivity and development in Ghana. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* **79**:41–49.

Dlouhý J, Urban J. 2015. Ekologické zemědělství bez mýtů: Fakta o ekologickém zemědělství a biopotravinách pro média, Dostupné z: http://www.bioinstitut.cz/documents/myty_EZ_final.pdf (navštíveno 12.3.2022).

Chikowo R. Rok neuveden. Global Yield Gap Atlas. Dostupné z: <https://www.yieldgap.org/web/guest/zambia> (navštíveno 5.3.2022).

Faße A, Grote U. 2013. The economic relevance of sustainable agroforestry practices—An empirical analysis from Tanzania. *Ecological Economics* **94**:86-96.

Fisher M, Abate T, Lunduka RW, Asnake W, Alemayehu Y, Madulu RB. 2015. Drought tolerant maize for farmer adaptation to drought in sub-Saharan Africa: Determinants of adoption in eastern and southern Africa. *Climatic Change* **133**:283-299.

Fosso PK, Nanfosso RT. 2016. Adoption of agricultural innovations in risky environment: the case of corn producers in the west of Cameroon. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies* **97**:51–62.

Fosu-Mensah B Y, Vlek P L & MacCarthy D S. 2012. Farmers' perception and adaptation to climate change: a case study of Sekyedumase district in Ghana. *Environment, Development and Sustainability* **14**:495-505.

Garrity DP, Akinnifesi K, Ajayi OC, Weldesemayat G, Mowo JG, Kalinganire A,..., Bayala J. 2010. Evergreen Agriculture: a robust approach to sustainable food security in Africa. *Food security*, **2**:197-214.

Grabowski PP, Kerr JM, Haggblade S, Kabwe S. 2016. Determinants of adoption and disadoption of minimum tillage by cotton farmers in eastern Zambia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **231**:54-67.

Grabowski PP, Haggblade S, Kabwe S, Tembo G. 2014. Minimum tillage adoption among commercial smallholder cotton farmers in Zambia, 2002–2011, *Agricultural Systems* **131**:34-44.

Hallegatte S. 2016. Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty. World Bank Publications, Washington, D.C.

Hamududu BH, Ngoma H. 2020. Impacts of climate change on water resources availability in Zambia: implications for irrigation development. *Environment, Development and Sustainability* **22**:2817-2838.

Harris J, Chisanga B, Drimie S, Kennedy G. 2019. Nutrition transition in Zambia: Changing food supply, food prices, household consumption, diet and nutrition outcomes. *Food Security* **11**:371-387.

Harris D, Orr A. 2014. Is rainfed agriculture really a pathway from poverty?. *Agricultural Systems* **123**:84-96.

Holden ST, Deininger K, Ghebru H. 2009. Impacts of low-cost land certification on investment and productivity. *American Journal of Agricultural Economics* **91**:359-373.

Chibinga OC, Musimba NRK, Nyangito MM, Simbaya J, Daura MT. 2012. Climate variability; enhancing adaptive utilization of browse trees for improved livestock production among agro-pastoralists communities in Southern Zambia. *African Journal of Environmental Science and Technology* **6**:267-274.

Chikowo, regis. Global Yield Gap Atlas. Rok neveden. Zambia: Description of Cropping Systems, Climate, and Soils in Zambia. Dostupné z: <http://www.yieldgap.org/zambia> (navštíveno 10.3.2022).

ICRAF. 2009. Creating an evergreen agriculture in Africa for food security and environmental resilience. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya

IPCC. 2007. "Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change," in *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerabilities*, eds M. I. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, and C. E. Hanson (Cambridge: Cambridge University Press), 979.

IPCC 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report*. Cambridge University Press, Cambridge.

Jacobson M, Ham C. 2020. The (un) broken promise of agroforestry: a case study of improved fallows in Zambia. *Environment, Development and Sustainability* **22**:8247-8260.

- Jayne T, Govereh J, Chilonda P, Mason N, Chapoto A, Haantuba H. 2007. Trends in Agricultural and Rural Development Indicators in Zambia, FSRP working paper No.24. Dostupné z: www.aec.msu.edu/fs2/zambia/wp_24.pdf (navštíveno 15.3.2022).
- Kalinda TH, Tembo G, Ng'ombe JN. 2017. Does adoption of conservation farming practices result in increased crop revenue? Evidence from Zambia. *Agrekon* **56**:205-221.
- Kassam A, Friedrich T, Derpsch R, Kienzle J. 2015. Overview of the worldwide spread of conservation agriculture. *Field actions science reports. The Journal of Field Actions* **8**:1–11.
- Kassie M, Jaleta M, Shiferaw B, Mmbando F, Mekuria M. 2013. Adoption of interrelated sustainable agricultural practices in smallholder systems: Evidence from rural Tanzania. *Technological forecasting and social change* **80**:525-540
- Kassie M, Teklewold H, Jaleta M, Marenja P, Erenstein O. 2015. Understanding the adoption of a portfolio of sustainable intensification practices in eastern and southern Africa. *Land Use Policy* **42**:400–411.
- Kalantari B. 2010. Herbert A. Simon on Making Decisions: Enduring Insights and Bounded Rationality. *Journal of Management History* **16**:509-520.
- Khonje MG, Manda J, Mkandawire P, Tufa AH, Alene AD. 2018. Adoption and welfare impacts of multiple agricultural technologies: evidence from eastern Zambia. *Agricultural Economics* **49**:199-609.
- Khoza S, Van Niekerk D, Nemaconde LD. 2019. Understanding gender dimensions of climate-smart agriculture adoption in disaster-prone smallholder farming communities in Malawi and Zambia. *Disaster Prevention and Management* **28**:530-547
- Kidd AD, Lamers JPA, Ficarelli PP, Hoffmann V. 2000. Privatising agricultural extension: caveat emptor. *Journal of rural Studies* **16**:95-102.
- Koch IC, Vogel C, Zarina P. 2006. Institutional dynamics and climate change adaptation in South Africa. *Springer Science + Business Media* **12**:1323–1339.
- Kuhn NJ, Hu Y, Bloemertz L, He J, Li H, Greenwood P. 2016. Conservation tillage and sustainable intensification of agriculture: Regional vs. global benefit analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **216**:155–165.

Lahmar R, Bationo B A, Lamso N D, Guéro Y & Tittonell P. 2012. Tailoring conservation agriculture technologies to West Africa semi-arid zones: building on traditional local practices for soil restoration. *Field crops research* **132**:158-167.

Lewis D, Bell SD, Fay J, Bothi KL, Gatere L, Kabila M,...,Travis AJ. 2011. Community Markets for Conservation (COMACO) links biodiversity conservation with sustainable improvements in livelihoods and food production. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **108**:13957-13962.

Libanda B, Zheng M, Ngonga C. 2019. Spatial and temporal patterns of drought in Zambia. *Journal of Arid Land* **11**:180-191.

Lorenzoni I, Nicholson-Cole S, Whitmarsh L. 2007. Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications. *Global environmental change* **17**:445-459.

Mafongoya P, Rusinamhodzi L, Siziba S, Thierfelder C, Mvumi BM, Nhau B,..., Chivenge P. 2016. Maize productivity and profitability in conservation agriculture systems across agro-ecological regions in Zimbabwe: a review of knowledge and practice. *Agriculture, ecosystems & environment* **220**:211-225.

Makate C, Makate M, Mango N. 2017. Smallholder farmers' perceptions on climate change and the use of sustainable agricultural practices in the Chinyanja Triangle, Southern Africa. *Social Sciences* **6**:30.

Makondo CC, Chola K, Moonga B. 2014. Climate change adaptation and vulnerability: A case of rain dependent small-holder farmers in selected districts in Zambia. *American Journal of Climate Change* **3**:388-403.

Manda J, Khonje MG, Alene AD, Tufa AH, Abdoulaye T, Mutenje M,..., Manyong V. 2020. Does cooperative membership increase and accelerate agricultural technology adoption? Empirical evidence from Zambia. *Technological Forecasting and Social Change* **158**:120160.

Manda J, Alene AD, Gardebroek C, Kassie M, Tembo G. 2016. Adoption and impacts of sustainable agricultural practices on maize yields and incomes: Evidence from rural Zambia. *Journal of agricultural economics* **67**:130-153.

Mango N, Makate C, Tamene L, Mponela P, Ndengu G. 2020. Impact of the adoption of conservation practices on cereal consumption in a maize-based farming system in the Chinyanja Triangle, Southern Africa. *Sustainable Futures* **2**:100014.

Mango N, Makate C, Tamene L, Mponela P, Ndengu G. 2017. Awareness and adoption of land, soil and water conservation practices in the Chinyanja Triangle, Southern Africa. *International Soil and Water Conservation Research* **5**:122-129.

Mhlanga B, Mwila M, Thierfelder C. 2021. Improved nutrition and resilience will make conservation agriculture more attractive for Zambian smallholder farmers. *Renewable Agriculture and Food Systems* **36**: 443-456.

Migheli M. 2017. Land ownership and use of pesticides. Evidence from the Mekong Delta. *Journal of Cleaner Production* **145**: 188-198.

Miheretu BA, Yimer AA. 2017. Determinants of farmers' adoption of land management practices in Gelana sub-watershed of Northern highlands of Ethiopia. *Ecological Processes* **6**:1-11.

Mittal S, Tripathi G. 2009. Role of mobile phone technology in improving small farm productivity. *Agricultural Economics Research Review* **22**:451-460.

Mofya-Mukuka R, Hichaambwa M. 2016. Factors influencing smallholder crop diversification in Zambia and Discussion paper IIED + hivos 28 the implications for policy; Working paper 112, IAPRI, Lusaka.

Mponela P, Tamene L, Ndengu G, Magreta R, Kihara J, Mango N. 2016. Determinants of integrated soil fertility management technologies adoption by smallholder farmers in the Chinyanja Triangle of Southern Africa. *Land Use Policy* **59**:38-48.

Mulenga BP, Wineman A, Sitko NJ. 2017. Climate trends and farmers' perceptions of climate change in Zambia. *Environmental management* **59**:291-306.

Mulungu K, Tembo G, Bett H, Ngoma H. 2021. Climate change and crop yields in Zambia: historical effects and future projections. *Environment, Development and Sustainability* **23**:11859-11880.

- Mupangwa W, Thierfelder C, Ngwira A. 2017. Fertilization strategies in conservation agriculture systems with maize–legume cover crop rotations in Southern Africa. *Experimental Agriculture* **53**:288-307.
- Mupangwa W, Thierfelder C. 2014. Intensification of conservation agriculture systems for increased livestock feed and maize production in Zimbabwe. *International Journal of Agricultural Sustainability* **12**:425-439.
- Mwenda M. The Drought in Zambia is Causing Starvation, a Power Crisis and Threatening the Victoria Falls. 2019. Dostupné z: <https://www.lifegate.com/drought-in-zambia-starvation-kariba-victoria-falls> (navštíveno 8.3.2022).
- Ndiritu s W, Kassie M, Shiferaw B. 2014. Are there systematic gender differences in the adoption of sustainable agricultural intensification practices? Evidence from Kenya. *Food Policy* **49**:117-127.
- Ngoma H, Lupiya P, Kabisa M, Hartley F. 2021. Impacts of climate change on agriculture and household welfare in Zambia: an economy-wide analysis. *Climatic Change* **167**:1-20.
- Ngoma H, Mason NM, Sitko NJ. 2015. Does minimum tillage with planting basins or ripping raise maize yields? Meso-panel data evidence from Zambia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **212**:21-29.
- Nigussie Z, Tsunekawa A, Haregeweyn N, Adgo E, Nohmi M, Tsubo M, Aklog D, Meshesha D T, Abele S. 2017. Factors influencing small-scale farmers' adoption of sustainable land management technologies in north-western Ethiopia. *Land Use Policy* **67**:57-64.
- Niroula GS, Thapa GB. 2007. Impacts of land fragmentation on input use, crop yield and production efficiency in the mountains of Nepal. *Land Degradation & Development* **18**:237-248.
- Njuki JM, Mapila MT, Zingore S, Delve R. 2008. The dynamics of social capital in influencing use of soil management options in the Chinyanja Triangle of southern Africa. *Ecology and society* **13**.
- Nkomoki W, Bavorová M & Banout J. 2018. Adoption of sustainable agricultural practices and food security threats: Effects of land tenure in Zambia. *Land use policy* **78**:532-538.

Nyaga J, Barrios E, Muthuri CW, Öborn I, Matiru V, Sinclair FL. 2015. Evaluating factors influencing heterogeneity in agroforestry adoption and practices within smallholder farms in Rift Valley, Kenya. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **212**:106-118.

Nyamangara J, Nyagumbo I. 2010. Interactive effects of selected nutrient resources and tied-ridging on plant growth performance in a semi-arid smallholder farming environment in central Zimbabwe. In *Innovations as Key to the Green Revolution in Africa*. Springer, Dordrecht.

Nyamangara J, Mtambanengwe F, Musvoto C. 2009. Carbon and nitrogen mineralization from selected organic resources available to smallholder farmers for soil fertility improvement in Zimbabwe. *African Journal of Agricultural Research* **4**:870-877.

OCHA. Zambia: Prolonged Drought Increases Food Insecurity. 2020. Dostupné z: <https://www.unocha.org/story/zambia-prolonged-drought-increases-food-insecurity> (navštíveno 12.3.2022).

Ochieng J, Knerr B, Owuor G, Ouma E. 2017. Migration and agricultural intensification at origin: Evidence from farm households in Central Africa. *Migration and Development* **6**:161-176

Otim GA, Mubiru N, Lwasa J, Namakula J, Nanyeenya W, Okello R, Elem J. 2015. Evaluating permanent planting basin for optimum plant populations of maize and beans. *Journal of Environmental and Agricultural Sciences* **2**:2313-8629.

Reason C J C, Hachigonta s & Phaladi R F. 2005. Interannual variability in rainy season characteristics over the Limpopo region of southern Africa. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society* **25**:1835-1853.

ReliefWeb. 2020. Zambia: Prolonged Drought Increases Food Insecurity. Dostupné z: <https://reliefweb.int/report/zambia/zambia-prolonged-drought-increases-food-insecurity> (navštíveno 5.3.2022).

Republic of Zambia. 2017. Preliminary Livestock and Agriculture Census Results. Central Statistics Office, Lusaka, Zambia

Siulemba GK, Moodley V. 2014. A gendered analysis of sustainable agricultural practices with changing climate in the Chankumba agricultural community, Zambia. *Agenda* **28**:135-146.

Shiferaw B, Tesfaye K, Kassie M, Abate T, Prasanna BM, Menkir A. 2014. Managing vulnerability to drought and enhancing livelihood resilience in sub-Saharan Africa: Technological, institutional and policy options. *Weather and climate extremes* **3**: 67-79.

Shikuku KM, Winowiecki L, Twyman J, Eitzinger A, Perez JG, Mwangera C, Läderach P. 2017. Smallholder farmers' attitudes and determinants of adaptation to climate risks in East Africa. *Climate Risk Management* **16**: 234-245.

Shitumbanuma V, Simfukwe P, Kalala D, Kanninga B, Gondwe B, Nambala M,..., Mutegi J. 2015. Integrated soil fertility management in Zambia. Chilanga, Zambia, Zambia Soil Health Consortium.

Simelton E, Quinn CH, Batisani N, Dougill AJ, Dyer JC, Fraser ED, ..., Stringer LC. 2013. Is rainfall really changing? Farmers' perceptions, meteorological data, and policy implications. *Climate and development* **5**:123-138.

Sitko N , Chapoto A, Kabwe S, Tembo S, Hichaambwa M, Lubinda R, Chiwawa H, Mataa M, Heck S, Nathan D. 2011. Technical Compendium: Descriptive Agricultural Statistics and Analysis for Zambia, working paper: 52. Food Security Research project, Zambia.

Sofoluwe NA, Tijani AA, Baruwa OI. 2011. Farmers perception and adaptation to climate change in Osun State, Nigeria. *African Journal of Agricultural Research* **6**:4789-4794.

Smale M, Moursi M, Birol E. 2015. How does adopting hybrid maize affect dietary diversity on family farms? Micro-evidence from Zambia. *Food Policy* **52**:44-53

Swim J K, Clayton s & Howard G S. 2011. Human behavioral contributions to climate change: Psychological and contextual drivers. *American Psychologist* **66**:251.

Teklewold H, Kassie M, Shiferaw B, Köhlin G. 2013. Cropping system diversification, conservation tillage and modern seed adoption in Ethiopia: Impacts on household income, agrochemical use and demand for labor. *Ecological Economics* **93**:85-93.

Tembo MC, Kuntashula E, Kalinda T. 2017. Climate change awareness and joint decision to adopt agro forestry and conservation agriculture practices in Zambia. *J. Sustain. Dev* **10**.

Tesfaye A, Negatu W, Brouwer R, Zaag P. 2014. Understanding soil conservation decision of farmers in the Gedeb watershed, Ethiopia. *Land Degradation & Development* **25**:71-79.

- Thierfelder C, Baudron F, Setimela P, Nyagumbo I, Mupangwa W, Mhlanga B, ..., Gérard B. 2018. Complementary practices supporting conservation agriculture in southern Africa. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **38**:1-22.
- Thierfelder C, Matemba-Mutasa R, Rusinamhodzi L. 2015. Yield response of maize (*Zea mays* L.) to conservation agriculture cropping system in Southern Africa. *Soil and Tillage Research* **146**:230-242.
- Thierfelder C, Wall PC. 2009. Effects of conservation agriculture techniques on infiltration and soil water content in Zambia and Zimbabwe. *Soil and tillage research* **105**:217-227.
- Thurlow J, Zhu T, Diao X. 2012. Current climate variability and future climate change: estimated growth and poverty impacts for Zambia. *Review of Development Economics* **16**:394-411.
- Umar BB, Aune JB, Johnsen FH, Lungu OI. 2011. Options for improving smallholder conservation agriculture in Zambia. *Journal of Agricultural Science* **3**:50.
- Valbuena D, Erenstein O, Tui SHK, Abdoulaye T, Claessens L, Duncan AJ, ..., van Wijk MT. 2012. Conservation agriculture in mixed crop–livestock systems: scoping crop residue trade-offs in Sub-Saharan Africa and South Asia. *Field crops research* **132**: 175-184.
- Wagstaff P, Harty M. 2010. The impact of conservation agriculture on food security in three low veldt districts of Zimbabwe. *Trocaire development review*.
- Wainaina P, Tongruksawattana S, Qaim M. 2016. Tradeoffs and complementarities in the adoption of improved seeds, fertilizer, and natural resource management technologies in Kenya. *Agricultural Economics* **47**:351-362.
- Waithaka MM, Thornton PK, Shepherd KD, Ndiwa NN. 2007. Factors affecting the use of fertilizers and manure by smallholders: the case of Vihiga, western Kenya. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **78**:211-224.
- Wakeyo MB, Gardebroek C. 2013. Does water harvesting induce fertilizer use among smallholders? Evidence from Ethiopia. *Agricultural systems* **114**:54-63.
- Wineman A, Crawford EW. 2017. Climate change and crop choice in Zambia: A mathematical programming approach. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* **81**:19-31.

Wossen T, Abdoulaye T, Alene A, Feleke S, Menkir A, Manyong V. 2017. Measuring the impacts of adaptation strategies to drought stress: the case of drought tolerant maize varieties. *Journal of Environmental Management* **203**: 106-113.

WMO (World Meteorological Organization). 2004. WMO statement on the global climate in 2004. WMO Press Release.

Yigezu YA, Mugeru A, El-Shater T, Aw-Hassan A, Piggin C, Haddad A, ..., Loss S. 2018. Enhancing adoption of agricultural technologies requiring high initial investment among smallholders. *Technological Forecasting and Social Change* **134**: 199-206.

ZAMBIA NATIONAL FOOD AND NUTRITION COMMISSION. 2009. Nutrition Country Profile: The Republic Of Zambia
Dostupné z: <ftp://ftp.fao.org/ag/agn/nutrition/ncp/zmb.pdf> (navštíveno 2.3.2022).

ZEMA 2012. Zambia Environmental Management Atlas of Our Changing Environment, GRID-Erendal/UNEP

Zulu-Mbata, Olipa and Chapoto A. 2016 Conservation Agriculture: Gendered Impacts on Households' Livelihoods, *Zambia Social Science Journal* **6**.