Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta

OBECNÁ PRODUKCE ROSTLINNÁ – 1. ČÁST

prof. Ing. Jan Křen, CSc.
Ing. Lubomír Neudert, Ph.D.
Ing. Blanka Procházková, CSc.
doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D.

Brno 2015

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta

OBECNÁ PRODUKCE ROSTLINNÁ – 1. ČÁST

prof. Ing. Jan Křen, CSc.
Ing. Lubomír Neudert, Ph.D.
Ing. Blanka Procházková, CSc.
doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D.

Brno 2015

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
Mendelova univerzita v Brně
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.
Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace.

© prof. Ing. Jan Křen, CSc., Ing. Lubomír Neudert, Ph.D.,
Ing. Blanka Procházková, CSc., doc. Ing. Vladimír Smutný, PhD., 2015

ISBN 978-80-7509-325-7

OBSAH

1 OBECNÁ PRODUKCE ROSTLINNÁ 7
1.1 Pojetí disciplíny a její zařazení v soustavě zemědělských věd 7
1.2 Vegetační a produkční faktory 10
1.2.1 Nejvýznamnější vegetační faktory 11
1.2.2 Produkční faktory 14
1.3 Stanoviště a jeho charakteristiky 16
1.3.1 Stanoviště 16
1.3.2 Stanovištní faktory 17
1.3.3 Půdní úrodnost 18
1.3.4 Bioenergetický potenciál půdy 19
1.3.5 Produktivita stanoviště - nosná kapacita prostředí 23
1.4 Rozdělení produkčního území České republiky ze zemědělského hlediska 24
1.4.1 Rozdělení území ČR do výrobních typů z roku 1960 25
1.4.2 Rozdělení území ČR do zemědělských výrobních oblastí a podoblastí platné v období 1996 - 2003 26
1.4.3 Rozdělení území ČR od roku 2003 30
1.4.4 Registr půdy – LPIS (Land Parcel Identification System) 35
1.5 Systémový přístup v rostlinné produkci 39
1.5.1 Obecná teorie systémů 39
1.5.2 Ekosystémy a agroekosystémy 42
1.5.3 Zemědělské systémy 46
1.5.4 Konzervativní, progresívní a reliktové prvky produkčního území 49
1.6 Vývoj zemědělských systémů 51
1.6.1 Primitivní zemědělské systémy 52
1.6.2 Úhorové systémy 52
1.6.3 Systém střídání plodin 56
1.6.4 Systém volného střídání plodin 59
1.6.5 Zemědělskoprůmyslové systémy 60
1.6.6 Zemědělské systémy v letech 1945 až 1989 62
1.6.7 Zemědělské systémy v letech 1989 až 2004 64
1.6.8 Zemědělské systémy po roce 2004 66
1.7 Charakteristika a rozdíly základních způsobů hospodaření na půdě 70
1.8 Ekologické limity 74
1.9 Externality 76
1.10 Jiné funkce zemědělství 79

2 STŘÍDÁNÍ PLODIN - OSEVNÍ POSTUPY 82
2.1 Význam a úkoly osevních postupů v agroekosystému 82
2.2 Vymezení základních pojmů 83
2.3 Zásady střídání plodin 85

2.3.1 Biologická hlediska střídání plodin 85
2.3.2 Pěstitelská hlediska 90
2.3.3 Organizační a ekonomická hlediska 91
2.3.4 Způsoby střídání plodin 94
2.4 Nároky hlavních plodin na zařazení do osevního postupu 95
2.4.1 Obilniny 95
2.4.2 Luskoviny 101
2.4.3 Olejniny 105
2.4.4 Přadné rostliny 107
2.4.5 Okopaniny 107
2.4.6 Víceleté pícniny - jeteloviny 109
2.4.7 Jednoleté pícniny 112
2.4.8 Vybrané speciální plodiny 112
2.4.9 Vybrané druhy zeleniny 112
2.5 Meziplodiny v osevním postupu 115
2.5.1 Ozimé meziplodiny 117
2.5.2 Letní meziplodiny 118
2.5.3 Podsevové meziplodiny 119
2.6 Návrhy a sestavování osevních postupů 120
2.6.1 Podmínky a požadavky zemědělského podniku 120
2.6.2 Vlastní projekce osevních postupů 120
2.7 Specializované osevní postupy s vysokým podílem jednotlivých plodin 126
2.7.1 Osevní postupy se specializací na obilniny 126
2.7.2 Osevní postupy se specializací na technické plodiny, okopaniny a pícniny 127
2.8 Speciální osevní postupy 128
2.8.1 Osevní postupy protierozní 128
2.8.2 Osevní postupy na písčitých půdách 129
2.8.3 Osevní postupy pro využití kejdy a digestátu 130
2.8.4 Osevní postupy závlahové 133
2.8.5 Osevní postupy semenářské 133
2.8.6 Osevní postupy pícninářské 134
2.8.7 Osevní postupy zelinářské 134
2.8.8 Osevní postup před zakládáním vytrvalých kultur (chmelnice, vinice, ovocné sady) 135
2.8.9 Osevní postupy pro podmínky bez živočišné produkce 136
2.9 Hodnocení osevních postupů 136
2.9.1 Hodnocení výrobnosti 137
2.9.2 Bilance organických látek v půdě 137
2.9.3 Hodnocení souladu mezi rostlinnou a živočišnou produkcí 140
2.9.4 Bilance produkce a potřeby energie 140

POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE 142

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1: Časově-prostorové dimenze rostlinné produkce 9
Obrázek 2: Schematický přehled produkčních faktorů a jim odpovídajících produkčních úrovní (RABBINGE, 1993) 15
Obrázek 3: Zjednodušené schematické znázornění biotopu 16
Obrázek 4: Základní typy elementárních krajinných prostorů (POLYNOV, 1952) 22
Obrázek 5: Mapa výrobních oblastí a podoblastí platných v období 1996-2003 28
Obrázek 6: Mapa výrobních oblastí a podoblastí platných od roku 2003 *(Zdroj: MZe)* 28
Obrázek 7: Mapa méně příznivých oblastí v ČR 32
Obrázek 8: Mapa zranitelných oblastí v ČR *(Zdroj: MZe)* 35
Obrázek 9: Ekosystém a jeho rozšíření na agroekosystém hospodařením 46
Obrázek 10: Opačné strategie konvenčního a integrovaného zemědělství, spočívající v náhradě minerálních hnojiv, pesticidů a energie vícehonným osevním sledem a organickými hnojivy 73
Obrázek 11: Schematické znázornění hloubky zakořeňování některých plodin 87
Obrázek 12:: Vzájemný vztah mezi předplodinou a následnou plodinou 93
Obrázek 13: Norfolkský osevní postup 94
Obrázek 14: Vhodnost předplodin pro obilniny 96

Tabulka 1: Přehled jednotlivých součástí Obecné produkce rostlinné a na ně navazujících předmětů 9
Tabulka 2: Porovnání velikosti aktivních povrchů vybraných minerálů a huminových kyselin 20
Tabulka 3: Charakteristika výrobních typů a podtypů 25
Tabulka 4: Charakteristika zemědělských výrobních oblastí a podoblastí platných v období 1996 – 2003 29
Tabulka 5: Aplikační pásma pro používání minerálních a statkových hnojiv s ohledem na půdně-klimatické podmínky stanoviště 34
Tabulka 6: Omezení pro hnojení minerálními dusíkatými hnojivy ve zranitelných oblastech (nařízení vlády č. 262/2012 Sb.) 34
Tabulka 7: Statistické údaje o zemědělské a lesní půdě v České republice (Statistická ročenka ČR, 2014) - tis. ha. 46
Tabulka 8: Agrární struktura v ČR k 31.12.1994 65

Tabulka 9: Podniky fyzických osob podle velikostních skupin a vlastnických vztahů k obhospodařované půdě k 31.12.1994 65
Tabulka 10: Změny ve struktuře výroby po vstupu do EU 68
Tabulka 11: Porovnání strukturálních ukazatelů zemědělství ČR s vybranými zeměmi EU (Zdroj: Eurostat - Farm structure survey 2007) 69
Tabulka 12: Kvantifikace cílů tří základních způsobů hospodaření na půdě 71
Tabulka 13: Fotosyntéza, bilance CO_2 a čistota vzduchu 80
Tabulka 14: Příklady využití vybraných druhů meziplodin 116
Tabulka 15: Agrotechnické lhůty setí a sklizně hlavních polních plodin v ČR 122
Tabulka 16: Časový odstup a koncentrace plodin při jejich zařazování do osevních postupů 127
Tabulka 17: Průměrné dávky kejdy 131
Tabulka 18: Průměrný obsah živin v kejdě, digestátu a v chlévském hnoji (*Dostál, Richter 2007*) 132
Tabulka 19: Příklad bilance organických látek v 10-honném osevním postupu 138

1 OBECNÁ PRODUKCE ROSTLINNÁ

1.1 Pojetí disciplíny a její zařazení v soustavě zemědělských věd

Na zemědělských univerzitách představují podstatnou část fytotechnických disciplín dva základní předměty - Obecná produkce rostlinná a Speciální produkce rostlinná.

Obecnou produkcí rostlinnou je v naší zemi nazýván obor, který rozvíjí základy rostlinné produkce, tj. využívá poznatky botaniky, fyziologie rostlin, agrometeorologie, geologie, půdoznalství, mikrobiologie, agrochemie a výživy rostlin a aplikuje je při zajišťování setrvalého hospodaření na půdě především v oblasti rajonizace rostlinné produkce, efektivního využívání vegetačních faktorů, dodržování zásad střídání plodin, zpracování půdy a zakládání porostů polních plodin, regulace plevelů a vzájemných vztahů mezi těmito složkami agrosystému, které se v současnosti promítají do podmínek Cross Compliance především v oblasti pravidel DZES (Dobrý zemědělský a environmentální stav) dříve GAEC (Good agriculture and environmental conditions).

Naproti tomu vědní obor **Speciální produkce rostlinná** zahrnuje genetiku a šlechtění rostlin, semenářství, pícninářství, zahradnictví, chmelařství a technologie pěstování jednotlivých polních plodin.

Obecná produkce rostlinná je zavedena jako studijní předmět schválený vědeckou radou agronomické fakulty pro všechny formy studia na AF MENDELU. Na zahraničních vysokých školách a univerzitách se používají následující ekvivalenty českého názvu tohoto předmětu: anglicky - *General plant production, General plant husbandry*, nebo také *Agronomy*; německy – *Allgemeine Pflanzenproduction, nebo Ackerbau*; francouzsky – *Production vegetale génerale;* španělsky - *Productionvegetal en general*; rusky – *Zemledelie*; polsky – *Ogólna uprawa roli i roślin* atd.

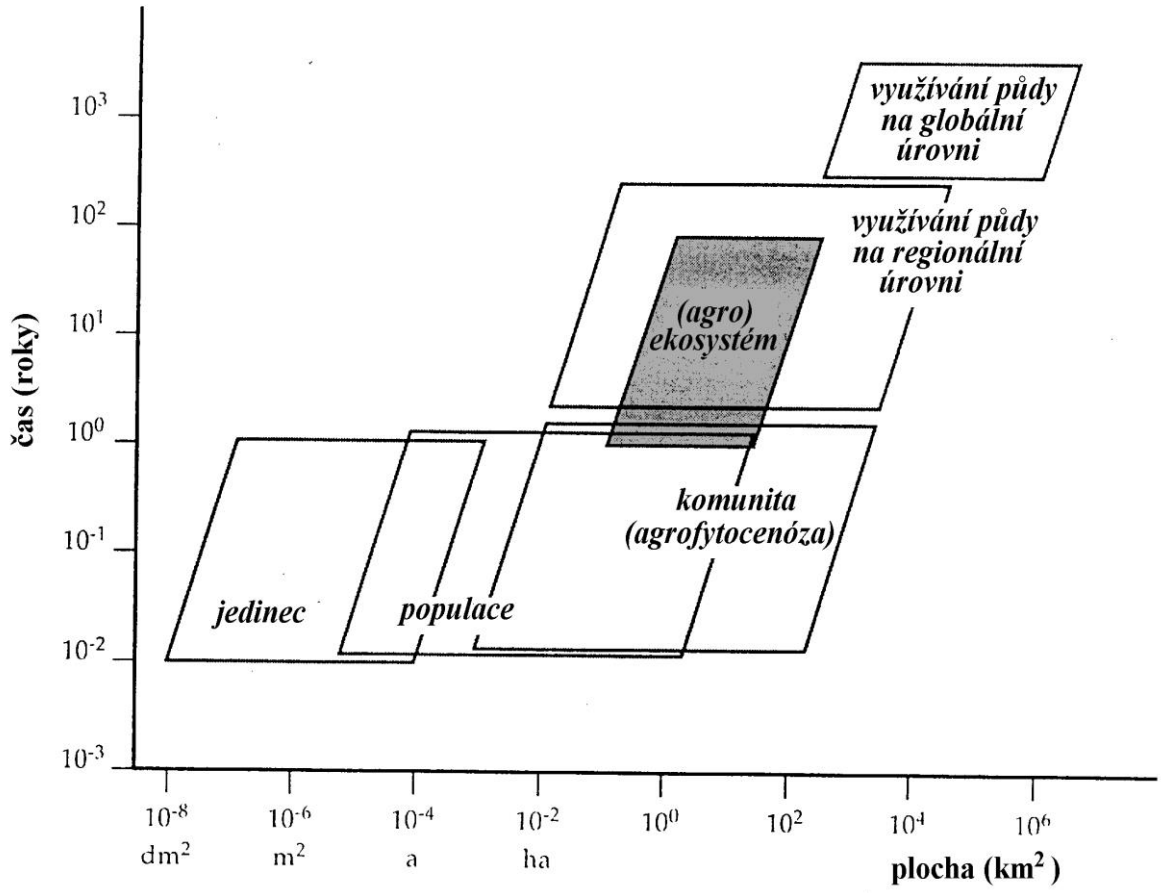
Na jednotlivých univerzitách je vlastní náplň předmětu dána velikostí a zaměřením dané fakulty a podle potřeby je buď rozšiřována (obecné zemědělství) nebo zužována na jednotlivé speciální části (rajonizace pěstování polních plodin, osevní postupy, zpracování půdy, regulace zaplevelení, atd.).

Předkládaná skripta jsou stručným nástinem rozsáhlé problematiky a jejich první díl obsahuje dvě ze čtyř základních částí: základní partie předmětu včetně systémového pojetí rostlinné produkce a pravidla střídání plodin a osevní postupy. Druhý díl je věnován zpracování půdy, zakládání porostů polních plodin a plevelům a jejich regulaci. Tato problematika je doplněna o přehled současně platných legislativních pravidel, která by měla být dodržována při hospodaření na půdě.

Předpokládá se, že studenti také plně využijí ke studiu doporučenou literaturu, která je uvedena zvlášť u každé kapitoly a budou sledovat zemědělská periodika, výsledky odborných konferencí, novinky odborného zemědělského tisku atd. Skripta Obecná produkce rostlinná navazují na stávající literaturu ústavu a sesterských kateder v ČR i v zahraničí a reagují na změny v zemědělství posledních letech především po vstupu ČR do EU v roce 2004 a na nová pravidla CAP EU (Common Agricultural Policy = Společná zemědělská politika – SZP) pro období 2014-2020.

Obecná produkce rostlinná, jako vědní obor, představuje syntézu různých vědních disciplín zaměřených na rostlinnou produkci. Její struktura umožňuje hodnocení a ocenění místně specifických možností pro efektivní rostlinnou produkci umožňující udržitelné využívání zemědělské půdy, ochranu přírodních zdrojů a životního prostředí. Zemědělství je chápáno jako hierarchický (O'NEILL et al., 1986) a víceúrovňový (PASSIOURA, 1979) systém, ve kterém má každá úroveň vztah k úrovni o stupeň vyšší i o stupeň nižší. Při výzkumu rostlinné produkce může být rozlišeno několik časových a prostorových dimenzí - od individuální rostliny až po globální produkční systém (Obr. 1). Tyto dimenze jsou v těsných vzájemných vztazích. Poznatky na nižších úrovních jsou používány k odpovědím na otázky na vyšších integračních úrovních. Studiem vyšších integračních úrovní jsou odhalovány chybějící elementy na nižších úrovních. Procesy probíhající na úrovních nižších než individuální rostliny jsou studovány pouze tehdy, jestliže je potřeba informací pro výzkum vyšších integračních úrovní. Na vyšších integračních úrovních je brána v úvahu interakce mezi biofyzikálními a sociálně-ekonomickými charakteristikami v ekosystémech. Zemědělské systémy jsou situovány na úrovni ekosystému (agroekosystému) a vyšších úrovních. Zemědělství lze z tohoto hlediska chápat jako manipulaci s populacemi, společenstvy a ekosystémy pro plnění lidských zájmů (WEINER, 2003). Lze proto předpokládat, že s narůstající potřebou komplexního a systémového studia agroekosystémů bude také vzrůstat význam Obecné produkce rostlinné.

Výuka předmětu Obecná produkce rostlinná by měla být přípravou pro předměty vyučované na ústavu agrosystému a bioklimatologie, které navazují a rozvíjí její jednotlivé části podle následujícího schématu uvedeného v tabulce 1.



Obrázek 1: Časově-prostorové dimenze rostlinné produkce

Tabulka 1: Přehled jednotlivých součástí Obecné produkce rostlinné a na ně navazujících předmětů

Součásti OPR	Navazující předměty
Historie hospodaření na půdě	Historie zemědělství
Vegetační a produkční faktory	Precizní zemědělství
Hodnocení stanoviště a rajonizace rostlinné produkce	Dotace pro zemědělství a venkov
Zpracování půdy a zakládání porostů polních plodin	Minimalizace zpracování půdy
Střídání plodin a osevní postupy	Systémy rostlinné výroby
	Ekologické zemědělství
Plevele a jejich regulace	Herbologie; Regulace plevelů

1.2 Vegetační a produkční faktory

Charakteristickým znakem živé hmoty a tedy i rostlin je metabolismus (látkový a energetický), který je dán asimilací, tj. přijímáním a přeměnou dodaných látek pro výstavbu rostlinných těl. Podmínky, ve kterých probíhají tyto děje, jejichž důsledkem jsou růstové a vývojové změny rostlin, nazýváme růstové a vývojové činitele neboli **vegetační faktory**. Každý z nich je pro růst a vývoj rostlin naprosto nepostradatelný. Vegetačními faktory lze charakterizovat (kvalitativně i kvantitativně) prostředí, ve kterém rostliny rostou a vyvíjejí se. Na každý rostlinný druh působí celá řada těchto faktorů, které lze dělit do několika kategorií (DUCHOŇ, HAMPL, 1962):

1. Hmotní vegetační činitelé (vláha, živiny).
2. Energetičtí vegetační činitelé (sluneční světlo pro autotrofní rostliny, chemická energie pro prototrofní organizmy, organické látky pro heterotrofy).
3. Fyzičtí vegetační činitelé (teplo, tlak, aj.).
4. Prostoroví vegetační činitelé (vzdálenost řádků, spon, hustota setí).
5. Časoví vegetační činitelé (délka dne, délka vegetační doby).

Vegetační činitele (faktory) lze dále dělit podle složitosti na elementární (teplo, světlo, vláha), nebo komplexní (celý soubor rostlinných živin).

V rostlinné produkci je častěji používán termín **produkční faktory**. *Na rozdíl od vegetačních faktorů, (vztahovaných k růstu a vývoji rostlin), jsou produkční faktory vztahovány k tvorbě výnosu polních plodin a jeho kvality*. Produkční faktory zahrnují vegetační faktory a pěstitelská opatření (např. způsob založení porostu - počet rostlin na jednotce plochy a jejich rozmístění, nebo aplikaci pesticidů na ochranu rostlin).

Jednotlivé faktory se vyznačují svojí minimální a maximální hodnotou, mezi nimiž může daný organizmus žít. Interval mezi těmito dvěma hranicemi představuje ekologickou amplitudu pro daný rostlinný druh. V blízkosti minima a maxima jsou životní podmínky pro organismus nejméně příznivé (tzv. podmínky pesimální). Naproti tomu nejlepší podmínky (optimální) se vyskytují někde uprostřed mezi uvedenými krajními hodnotami. Druhy mající značnou ekologickou amplitudu (*širší tolerance*) vůči danému faktoru stanoviště se nazývají euryekní, druhy z úzkou tolerancí stenoekní. První z nich, které jsou tolerantní ke všem faktorům, se v rostlinných společenstvech vyskytují velmi často, naproti tomu druhy stenoekní se vyskytují ojediněle.

1.2.1 Nejvýznamnější vegetační faktory

K nejvýznamnějším vegetačním faktorům, které vyšší rostliny potřebují ke svému životu a jsou vzájemně nezastupitelné, patří světlo, teplo, voda a živiny.

Světlo

Světlo je elektromagnetické záření, které člověku umožňuje světelný vjem. Interval vlnové délky, ve kterém má toto záření světelné účinky se udává od 380 do 750 nm. Vyšší rostliny mají schopnost poutat sluneční záření (jeho vlnovou složku), pomocí rostlinných pigmentů. Nejdůležitější z nich jsou chlorofyly. Pro fotosyntézu využívají rostliny záření o vlnové délce mezi 380 až 710 nm. Oblast vlnových délek pro fotosynteticky účinné záření (FAR – photosyntetically active radiation) je různými autory uváděna různě např. 400 - 700 nm. Rostlina může využít pouze tu energii, kterou absorbovala. Zelené rostliny mají schopnost transformovat zářivou sluneční energii v energii chemickou (energie chemických vazeb) a uložit ji do organických látek svého těla.

Využití dopadající sluneční energie na porost zemědělských plodin je dáno zejména hustotou porostu, též postavením listů ke směru dopadajících paprsků, mírou napjatosti pletiv v závislosti na obsahu vody, apod. Z toho důvodu je nutné u pěstovaných plodin volit optimální spon (např. u obilnin zohlednit odnožovací schopnost). Intenzita osvětlení rovněž závisí na sklonu pozemku a na jeho poloze vůči světovým stranám. Jižní svahy mají osvětlení největší. U plodin pěstovaných v širších řádcích je z důvodu většího osvětlení vhodnější směr řádků sever - jih oproti směru západ - východ. V uzavřených prostorách (skleníky a pařeniště) je regulace ozáření snadněji proveditelná.

Střední roční intenzita slunečního záření dopadajícího na horní hranici atmosféry se nazývá **solární konstanta** a má hodnotu 1,367 $kW.m^{-2}$**.** Při průchodu záření atmosférou je část energie odražena, část absorbována a část rozptylována. To se projevuje ve změnách spektrálního složení i intenzity záření dopadajícího na porosty plodin v závislosti na poloze slunce a okamžitém stavu ovzduší.

Botanické druhy rostlin je možné podle fotoperiodických požadavků dělit na druhy fotoperiodicky citlivé, k nimž patří rostliny dlouhodenní, krátkodenní, intermediální a druhy fotoperiodicky necitlivé, zvané neutrální. Na rovníku je po celý rok délka dne a noci stejná po dvanácti hodinách. Směrem k zemským pólům a časově k 21. červnu se délka dne na severní polokouli prodlužuje a na jižní zkracuje.

Rostliny dlouhodenní kvetou za dlouhého dne, případně i při nepřetržitém osvětlení. Za kratšího dne kvetou méně nebo rostou trvale jen vegetativně. Do této skupiny patří z polních a zahradních plodin obilniny, řepa, brambory, jetel, vojtěška, bob, mák, mrkev, cibule, špenát, květák a většina na konci jara nebo začátkem léta kvetoucích plodin mírného pásma.

Rostliny krátkodenní kvetou za krátkého dne, za dlouhého dne zůstávají trvale ve vegetativním stavu. Do této skupiny paří konopí, rýže, třtina, bavlník, sója, slunečnice topinambur, jiřiny, chryzantémy a další.

Rostliny intermediální vyžadují zvláštní foroperiodu, např. osmihodinový den. Jsou velmi vzácné, např. madie setá (*Madia sativa Mol.*).

Rostliny neutrální začínají kvést až po vytvoření určitého počtu listů. Do této skupiny patří rajče, okurka, pohanka tatarská, fazol obecný, bob obecný, starček obecný, růže, některé odrůdy tabáku, slunečnice roční a další.

Výsledkem dlouhodobých adaptací rostlin na stanovištní podmínky je také modifikace procesu fotosyntézy. Převážná většina cévnatých rostlin (prakticky všechny rostliny mírného klimatu) patří mezi tzv. C_3 rostliny. Jejich společným znakem je to, že primárním produktem karboxylace je sloučenina tvořená třemi uhlíky (kyselina 3-fosfoglycerová). U těchto rostlin existuje fotorespirace, tj. dýchání na světle, které znamená ztráty výtěžku fotosyntézy. Mají vyšší kompenzační bod závislosti fotosyntézy na koncentraci CO_2, nižší optimum hustoty ozáření a naopak vyšší výdej vody. Rostliny typu C_4 mají produkty primární karboxylace sloučeniny se čtyřmi uhlíky. Do této skupiny patří tzv. „tropické trávy“, např. kukuřice, čirok, proso, bér, cukrová třtina, a dále šáchor, laskavec, pryšec. Jsou to většinou vysoce produktivní rostliny, které mohou využívat vysokou hustotu ozáření. Fotosyntéza u nich začíná již při velmi nízké koncentraci CO_2. Mají nízkou fotorespiraci, čímž nedochází ke ztrátám asimilátů a jsou ekonomičtější i ve vodním režimu. V suchých a teplých oblastech mohou potlačovat druhy rostlin ze skupiny C_3.

Teplo

Teplo je forma energie související s neuspořádaným pohybem částic. Jednotkou tepla je joule (J), dříve kalorie (cal). Joule je definován jako práce, kterou vykoná stálá síla 1 newtonu působící po dráze 1 m ve směru síly (1 cal = 4,1868 J). Dodáním nebo odebráním tepla se mění **teplota**, která je mírou tepelného stavu. Základní jednotkou termodynamické teploty je kelvin (K). Je definován jako 273,16 část termodynamické teploty trojného bodu vody.

Rozhodujícím zdrojem tepla pro rostliny je slunce. Vhodná teplota je první podmínkou pro průběh metabolických procesů, tj. růstu a diferenciace buněk a následně růstu a vývoje

celých rostlin. Teplo je jedna z forem energie, teplota je kvalitativní charakteristika úrovně tepelného stavu. Pro vývoj rostlin je důležitá teplota jak vzduchu, tak půdy. Teplotu půdy ovlivňuje množství v ní obsažené vody. Teplota půdy je rozhodujícím faktorem pro nástup jarních prací a počátek vegetace. Do jisté míry ji můžeme regulovat přes vodní režim půdy, zpracováním půdy a kultivací půdy v porostech plodin. Teplotní poměry lze též ovlivňovat animálním hnojením, aplikací kompostů, případně i mulčováním. Vhodných teplot pro klíčení semen polních plodin lze dosáhnout správnou volbou doby výsevku.

Voda

Voda je jedním z nejdůležitějších vegetačních faktorů. Vyskytuje se v půdě, rostlinách i atmosféře. Množství vody v půdě lze účelně ovlivnit správnou agrotechnikou. Velký význam má použití závlah a to zejména formou postřiku.

Voda má v rostlině různé funkce. Je médiem, ve kterém probíhají metabolické procesy. Je součástí různých sloučenin stavebních složek rostlinného těla, zajišťuje určitý stupeň nasycení pletiv (hydratura), poskytuje vodík k redukčním dějům pro fotosyntézu, podmiňuje hydrolýzu četných sloučenin při disimilaci, má důležitý termoregulační význam, umožňuje transport roztoků v rostlinném těle, je univerzálním rozpouštědlem, při fotosyntéze se podílí na syntéze organických látek, při fotosyntéze je zdrojem vznikajícího volného kyslíku.

Podle příjmu vody se rostliny dělí na **hydatofyta**, což jsou rostliny žijící ve vodním prostředí, a na **aerofyta** čili suchozemské rostliny. Ty se dále dělí na hydrofyta, mezofyta a xerofyta**. Hydrofyta** jsou rostliny rostoucí na zamokřené půdě, **mezofyta** na půdě mírně vlhké a **xerofyta** na půdě suché. Xerofyty s větším podílem sklerenchymatických pletiv se nazývají sklerofyty. Mezi xerofyty patří též sukulenty. **Sukulenty** se vyznačují nízkou transpirací a uchovávají si rezervy vody ve svých zásobních pletivech.

Důležitým pojmem pro charakteristiku vodního režimu je **vodní potenciál**. Vodní potenciál je projevem všech sil, které se zúčastňují na příjmu a výdeji vody. Tento potenciál vyjadřuje stav vody pomocí její volné energie. Čistá voda fyzikálně nevázaná na bezprostřední okolí za daného tlaku a teploty má maximální hodnotu vodního potenciálu rovnu nule. Tato hodnota je snižována ve vodě rozpuštěnými látkami vlivem osmotických sil. Toto působení je vyjádřeno osmotickou složkou vodního potenciálu. Molekuly vody jsou též poutány různými silami na povrchu pevné fáze. Tato složka vodního potenciálu se nazývá matriční. Ta rovněž snižuje hodnotu vodního potenciálu. Naproti tomu tlaková složka vodního potenciálu jej zvyšuje. Voda se v prostředí vždy pohybuje z místa vyššího (tj. méně negativního) potenciálu do míst s potenciálem nižším (více negativním). Vodní potenciál se udává v jednotkách tlaku

(MPa - Megapascal) nebo v jednotkách volné energie ($J.g^{-1}$- joule/gram), zjišťuje se u rostlin i u půdy.

Problematika vegetačních faktorů je náplní více předmětů. Vegetační faktory ve vztahu k půdě jsou probírány v pedologii, ve vztahu k rostlinám ve fyziologii rostlin a ekologii, ve vztahu k atmosféře v meteorologii, případně klimatologii. Jejich obecný základ je rozebírán ve fyzice, případně chemii a biochemii.

Dalšími vegetačními faktory jsou živiny, které se podrobněji studují v předmětu „Výživa a hnojení rostlin“. Někteří autoři zařazují mezi vegetační faktory také vzduch, který je pro rostliny zdrojem O_2, CO_2, N_2 a případně dalších živin ze vzdušných emisí.

1.2.2 Produkční faktory

Jedním z důležitých cílů hospodaření na půdě je efektivní využívání produkčních faktorů vedoucí k maximální realizaci výnosového potenciálu pěstovaných odrůd polních plodin.

Výnosový potenciál je definován jako výnos odrůdy rostoucí v prostředí, pro které je adaptovaná, při neomezené zásobenosti živinami a vláhou a při úplné kontrole škůdců, chorob a plevelů a ochraně proti polehnutí a jiným stresovým faktorům (EVANS, FISCHER, 1999). Výnosový potenciál je tak odlišen od **potenciálního výnosu**, který je definován jako nejvyšší dosažitelný výnos v daných podmínkách, např. při simulaci modely s hodnověrnými předpoklady.

Při analýzách tvorby výnosu polních plodin se produkční faktory obvykle dělí do tří základních skupin - růst určující, růst limitující a růst redukující (Obr. 2). Výnosová úroveň polních plodin, dosažená při působení pouze růst určujících faktorů, se označuje jako **potenciální výnos,** při působení růst určujících a růst limitujících faktorů **dosažitelný výnos** a při působení všech tří skupin produkčních faktorů **aktuální výnos.**

Růst určující faktory

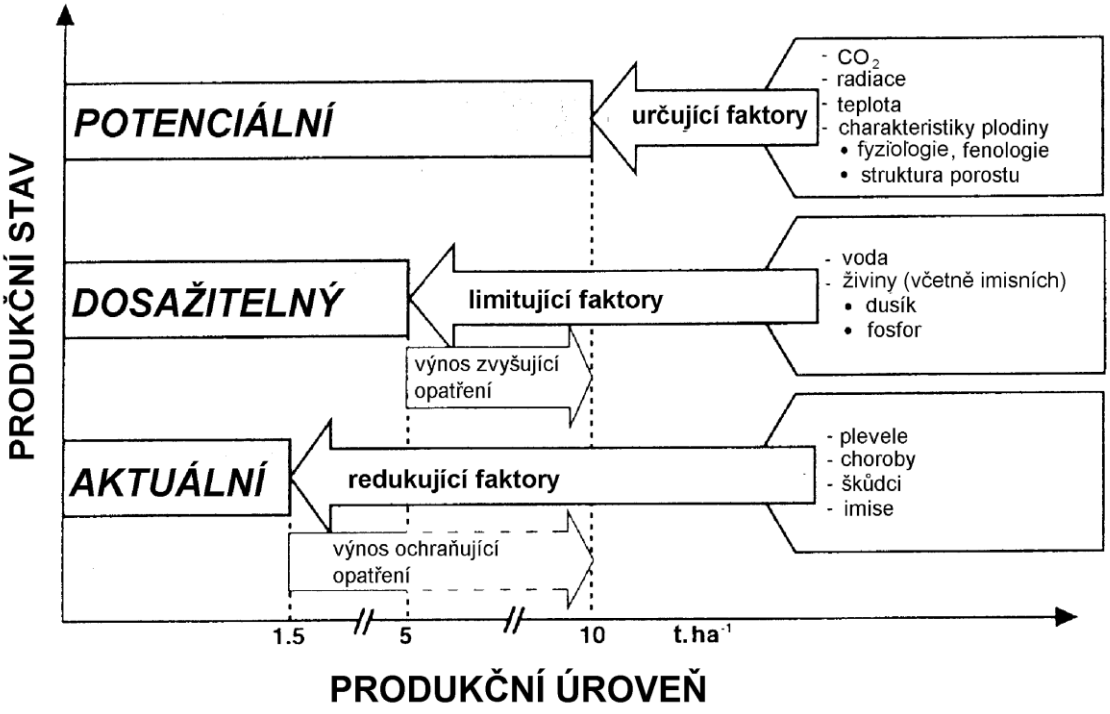
Určují *potenciální intenzitu růstu*, která nastává při dostatečné zásobenosti plodiny vodou a živinami. Růst určující faktory zahrnují místně specifické podmínky lokality, dále pak specifické charakteristiky dané plodiny (fyziologické, fenologické, morfologické). Situace, kdy je dosažena potenciální intenzita růstu, se vyskytují velmi zřídka. Jsou podmíněné adaptací plodiny pro dané podmínky a optimální dostupností vegetačních faktorů a ochranou porostů před biotickými škodlivými činiteli a abiotickými stresy.

Růst limitující faktory

Jsou tvořeny abiotickými zdroji, jako jsou voda a živiny, které při sub optimálním zásobení limitují růst plodiny. Odpovídající produkční stav je nazýván *dosažitelný***.** Řízení růst limitujících faktorů spočívá v optimalizaci výživy a hnojení plodin ve spojení s optimalizací vodního režimu půd. Tato opatření jsou součástí pěstebních technologií polních plodin.

Růst redukující faktory

Růst redukující faktory redukují dosažitelnou intenzitu růstu na *aktuální úroveň*. Mají charakter biotický (plevele, choroby, škůdci) i abiotický (imise - znečištění půdy, vzduchu, vody). Omezování nepříznivého působení těchto faktorů je prováděno především v rámci integrované ochrany rostlin.



Obrázek 2: Schematický přehled produkčních faktorů a jim odpovídajících produkčních úrovní (RABBINGE, 1993)

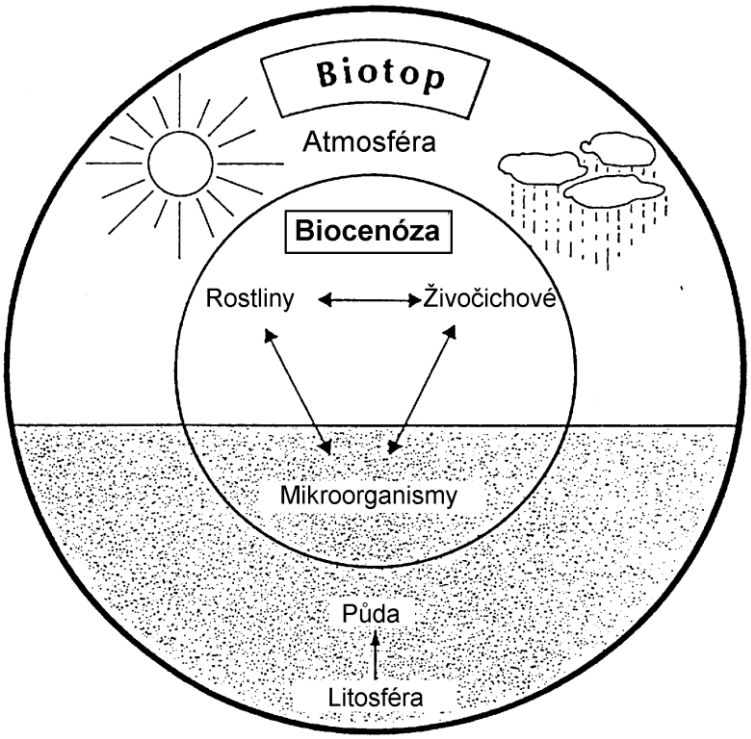
1.3 Stanoviště a jeho charakteristiky

1.3.1 Stanoviště

Stanoviště je tvořeno souborem složek či faktorů prostředí, které působí na organismus v místě jeho výskytu (na dané lokalitě). Faktory stanoviště zahrnují vlastnosti půdní (edafické), podnební (klimatické) a vlivy ostatních půdních a nadzemních organismů (faktory biotické). Pro označení souboru všech těchto faktorů se v ekologii používá termín **biotop**. Životní podmínky biotopu jsou ovlivněny atmosférou a litosférou (Obr. 3.). Biotop je tedy chápán jako prostředí, v němž organismus nebo společenstvo organismů žije. Na rozdílných stanovištích (biotopech) jsou obvykle rozdílné životní podmínky a také organismy, které tam žijí (rostliny, zvířata, mikroorganismy). Ty vytvářejí tzv. **biocenózu**. Struktura biocenózy se mění v závislosti na změnách stanovištních faktorů.

Termíny biotop a stanoviště je možné chápat jako synonyma. Termínem **ekotop** se často označuje abiotická složka prostředí. **Agrobiocenóza** je společenstvo kulturních a plevelných rostlin, živočichů a mikroorganismů vyskytujících se na zemědělsky využívané půdě.

Podrobná charakteristika stanoviště (respektive úrovně vegetačních a produkčních faktorů) je důležitá pro volbu efektivního způsobu hospodaření na dané lokalitě. Usnadňuje volbu vhodné plodiny a odrůdy, způsobu zpracování půdy i vhodné pěstební technologie.



Obrázek 3: Zjednodušené schematické znázornění biotopu

1.3.2 Stanovištní faktory

Na první pohled charakteristické rysy kulturní krajiny, jako jsou reliéf, přirozené porosty, polní plodiny, osídlení atd., však nevytvářejí její úplnou charakteristiku. Pro tvorbu kulturní krajiny mají velký význam tzv. **stanovištní faktory**, které obvykle při prvním pohledu na krajinu vnímáme s menší intenzitou. Patří k nim **půda**, jejíž vznik a vývoj určuje výraz krajiny. Základními charakteristikami jsou půdní typ, půdní druh, hloubka zvětrávání a prokořeněnost. K dalším charakteristikám patří obsah živin, půdní reakce, obsah vody a vzduchu v půdě. Významným stanovištním faktorem je **klima**, které je určováno meteorologickými parametry, jako jsou světlo, teplota, množství a rozdělení srážek. V souvislosti se změnou klimatu nabývá v posledních letech na významu zvýšená četnost povětrnostních extrémů (mrazy během jarní vegetace, přívalové deště, krupobití, nebo naopak sucho atd.).

Těmito faktory jsou dány možnosti pěstování určitých kulturních rostlin na daném stanovišti. Na základě jejich vzájemného působení je prováděna rajonizace pěstování polních plodin. Například vysoká roční suma srážek předurčuje dané stanoviště k pěstování trvalých travních porostů. Pěstování řepky zase vyžaduje oblasti s dostatkem půdní vláhy a dostatečnou vzdušnou vlhkostí.

Pro zemědělce představují oba faktory (klima i půda) produkční podmínky, které mohou být ovlivňovány pouze částečně.

Stanovištím faktorem hospodářského charakteru jsou i **možnosti odbytu produkce.** Blízkost velkých trhů (velká města nebo aglomerace) zajišťuje větší jistotu odbytu a dává možnosti přímého prodeje. V těchto podmínkách může být také pěstován větší sortiment polních plodin.

Základem efektivního zemědělství je správná volba plodin a jejich struktura pro daná stanoviště (tj. **rajonizace**), umožňující optimální využívání půdních vlastností i klimatických podmínek jako předpokladů vyšší rentability hospodaření. Jak jednoduché je slovní vyjádření, tak obtížná je praktická realizace této formulace. Alespoň do určité míry je možné dosáhnout optimální využívání stanovištních faktorů správnou volbou pro dané stanovištní podmínky adaptovaných druhů, odrůd i modifikací jejich pěstebních technologií. Často však v zemědělské praxi dochází k situacím, kdy z ekonomických důvodů jsou plodiny vhodné pro pěstování na určitých stanovištích vytlačovány jinými plodinami. Příkladem může být nahrazování pěstování žita v bramborářské výrobní oblasti ozimou pšenicí, u níž je dosahována vyšší tržní cena nebo pěstování řepky v kukuřičné výrobní oblasti. Správná volba pěstovaných plodin by měla respektovat určité hranice (**ekologické limity**, viz kap. 1.8) zajišťující trvalou udržitelnost

hospodaření na daném stanovišti. Např. při vysokém zastoupení kukuřice v osevním postupu může docházet k půdní erozi. Tu je však možné omezit využíváním mulče z meziplodin a půdoochranných technologií zpracování půdy a zakládání porostů.

Na závěr této kapitoly je třeba uvést, že výsledky hospodaření každého zemědělského podniku jsou odvislé od toho, jak dobře dokáže využívat stanovištní podmínky a věnovat zvláštní péči udržování a zvyšování **půdní úrodnosti.**

1.3.3 Půdní úrodnost

Půdní úrodností se rozumí schopnost půdy poskytovat rostlinám vodu, živiny a ostatní nezbytné podmínky života po celou vegetační dobu (půdní vegetační činitelé).

Přirozená (potenciální) úrodnost je výslednicí výhradně přírodních činitelů a pochodů jimi vyvolávaných při tvorbě a vývoji půdy. Je vlastně výrazem půdního typu (genetického půdotvorného procesu). V pravé podobě se nachází pouze u tzv. **panenských půd**, jež nebyly dotčeny lidskou činností.

Kulturní (umělá) úrodnost je vytvářena při využití půdy člověkem a to působením nejrozmanitějších zásahů, zvláště zpracováním půdy, hnojením a pěstitelským využitím. Od doby, kdy panenská půda začala být využívána lidskou činností, se půda stala výrobním prostředkem a současně i produktem lidské práce, stále více pozbývá své původní znaky. Téměř vždy je nesnadné určit podíl přirozené a kulturní úrodnosti na konečném pěstitelském efektu. Ovlivnění úrodnosti půdy lidskou činností může probíhat v obou směrech, v jejím zlepšování i zhoršování. Ve většině případů je kulturní úrodnost vyšší nežli přirozená, ale nemusí tomu vždy tak být. V literatuře jsou uváděny příklady zničení úrodnosti půdy v některých oblastech USA při monokulturním pěstování bavlníku, kukuřice nebo pšenice. Půda zde byla vystavena silné erozi a stala se pro další zemědělské využití nevhodnou (KVĚCH a kol., 1987).

Efektivní úrodnost se projevuje jako výsledek využívání přirozené a kulturní úrodnosti velikostí sklizní pěstovaných plodin, případně i jejich kvalitou. Výnosy plodin jsou kromě půdy odvislé od vlivu podnebí a průběhu počasí. Efektivní úrodností se vlastně rozumí kulturní úrodnost (umělá), ovlivněná klimatickými, povětrnostními a vegetačními činiteli.

Ekonomická úrodnost je ekonomické vyjádření efektivní úrodnosti, tj. v podstatě čistý výnos (zisk). Při jejím vyhodnocování se vychází z produkce na daném stanovišti (efektivní úrodnost vyjádřená v tržbách z 1 ha), od níž se odečítají náklady (na 1 ha) spojené s provozem a výrobou.

Z výše uvedeného vyplývá, že půdní úrodnost je dynamickou vlastností, která se mění v průběhu půdotvorných pochodů působením přirozených činitelů (úrodnost přirozená, potenciální) i kultivační lidskou činností (úrodnost kulturní, umělá). Reálným výrazem celkové úrodnosti je výše sklizní a nákladů potřebných k jejich dosažení (efektivní a ekonomická úrodnost).

Výnos fytomasy, který je považován za základní charakteristiku půdní úrodnosti, je ovlivňován mnoha faktory (výživou, závlahami, pesticidy, zpracováním půdy, odrůdami, atd.). Zvyšování jejich úrovně může snižovat efektivnost jejich využití (např. únik živin do podzemních vod, kontaminace půdy škodlivými rezidui a cizorodými látkami, plýtvání energií atd.). Ne vždy proto dosažený výnos přímo odpovídá půdní úrodnosti v podmínkách dané lokality.

Kromě výnosu fytomasy lze k hodnocení půdní úrodnosti využít i další charakteristiky:

- energetické bilance, tj. porovnání energetických vstupů a výstupů (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA a kol., 1980),
- stanovení výrobnosti osevníno postupu (KREJČÍŘ, 1990),
- bioenergetický potenciál půdy (KUDRNA, 1979).

1.3.4 Bioenergetický potenciál půdy

Bioenergetický potenciál půdy ($\mathbf{E_p}$) *je charakterizován jako energetický stav aktivních povrchů v rizosféře, určený koncentrací iontů, přicházejících do kořenového systému rostlin*. Lze jej vyjádřit vzorcem $\mathbf{E_p = Y_s / H \quad (t.ha^{-1})}$, kde $\mathbf{Y_s}$ je celková sklizeň suché hmoty hlavní i vedlejší produkce polních plodin, **H** množství čistých živin v minerálních hnojivech. Hodnota bioenergetického potenciálu půdy tak vyjadřuje efektivnost využití minerálních hnojiv při tvorbě biomasy polních plodin a tím i stupeň účinnosti zemědělské soustavy. Při zvyšování dávek minerálních hnojiv zpravidla výnosy polních plodin nerostou rovnoměrně, naopak úroveň bioenergetického potenciálu půdy klesá.

Vyjádřit úroveň bioenergetického potenciálu půdy se dobře daří v rozsáhlejším produkčním území při použití většího množství údajů za delší časový úsek. V tomto případě se obvykle snadněji získávají objektivní údaje o vyprodukované sušině nadzemní fytomasy z jednotky plochy a průměrné spotřebě minerálních hnojiv za určité časové období.

Při vyjádření bioenergetického potenciálu půdy pro určitý pozemek a daný rok obvykle narazíme na následující problémy:

- Jak vyjádřit v efektivním výnosu sušiny fytomasy v daném roce tzv. zásobní hnojení (zvláště draslíkem a fosforem), nehledě na intenzitu koloběhu draslíku a jiných živin statkovými hnojivy.
- Jak vyjádřit dlouhodobě účinnou hodnotu vnesených statkových hnojiv.
- Jak kvantifikovat přirozený geochemický rozklad půdotvorného substrátu, kdy se uvolňují živiny mineralizací hornin.
- Jak počítat E_p v případě, že se v daném roce minerálními hnojivy nehnojilo a hodnota jmenovatele ve zlomku bude nula.
- Velmi často jsou potíže s přesnou evidencí spotřebovaných hnojiv.

Tyto nepřesnosti nesnižují význam bioenergetického potenciálu půdy, který je možné podle uvedené definice (rovnice) studovat v nádobových pokusech. Tato problematika patří k významným úkolům základního výzkumu v zemědělství.

Aktivní povrchy v půdě, které mají pro hodnotu bioenergetického potenciálu rozhodující význam, jsou tvořeny jílovými minerály a vysokomolekulárními humusovými látkami (huminové kyseliny a fulvokyseliny). Jednotlivé složky aktivních povrchů mají rozdílnou kapacitu, jak uvádí následující tabulka (Tab. 2).

Tabulka 2: Porovnání velikosti aktivních povrchů vybraných minerálů a huminových kyselin

Složka aktivních povrchů	Sorpční kapacita (mekv. 100 g^{-1})	Plocha ($m^2.g^{-1}$)
Dispergovaný křemen	0 - 1	-
Kaolinit	3 - 10	5 - 15
Illit	20 - 40	15 - 40
Glaukonit	24 - 56	-
Montmorillonit	80 - 120	70 - 100
Vermikulit	180 - 200	80 - 200
Huminové kyseliny	300 - 600	-

Zvyšování efektivnosti využívání minerálních hnojiv (tj. zvyšování bioenergetického potenciálu půdy) je podmíněno vyrovnáním nedostatku aktivních povrchů minerálního původu povrchy organického původu. KUDRNA (1979) pokládá za významné zdroje uhlíkatých prekurzorů humusu, především víceleté pícniny na orné půdě a trvalé travní porosty. Naopak za spotřebitele uhlíku, které organické aktivní povrchy snižují, jsou považovány obilniny, okopaniny a jiné jednoleté plodiny. Tyto vztahy vyjádřil KUDRNA (1985) **zákonem progresívního vývoje krajinného prostoru:** *„Každé množství uvolněných minerálních látek*

z geologicko-petrografického substrátu, nebo vnesených minerálních látek, musí být kompenzováno odpovídajícím množstvím vysokomolekulárních aktivních povrchů organické hmoty - humusu v půdě“.

Množství a kvalita aktivních povrchů v půdě se mění s nadmořskou výškou produkčního území. Je to způsobeno především odnosem sedimentů (jílových minerálů a humusu) povrchovou vodou do vodních toků a měnícími se vlastnostmi půdotvorných hornin.

V nížinných oblastech aluvií obsahují sedimenty značné množství kvalitních jílových minerálů typu montmorilonitu a vermikulitu, které mají velkou sorpční kapacitu a vytvářejí velké aktivní povrchy. Se stoupající nadmořskou výškou se mění geologicko-petrografický substrát. Z metamorfovaných hornin (rul nebo opuk) se uvolňují jílové minerály z illitické skupiny a ze žulových masivů vznikají jílové minerály typu kaolinitu s podstatně nižší sorpční kapacitou (KOLLÁR, 1990).

Se stoupající nadmořskou výškou se mění i struktura zemědělského systému ve prospěch vyššího zastoupení víceletých pícnin na orné půdě a trvalých travních porostů. Za základní příčinu je třeba považovat historicky zdůvodněnou zkušenost, že víceleté plodiny na orné půdě a trvalé travní porosty jsou základním opatřením proti vodní erozi ve vertikálně členitých územích s větším množstvím srážek. Zemědělci v těchto oblastech od nepaměti dodržovali a vytvářeli i další účinná protierozní opatření (terasy, luční pásy a pod.).

Vývoj krajinného prostoru můžeme charakterizovat z různých hledisek. Jedno z významných je i hledisko **geochemické**. Jeho předností je, že z něj můžeme odvodit všechny zákonité změny pro dynamiku všech prvků krajinného prostoru. Podle POLYNOVA (1952) se krajinný prostor z geochemického hlediska člení na tzv. **elementární krajinné prostory.** Pod pojmem elementární krajinný prostor se rozumí část krajinného prostoru, která má stejné základní rysy jako celý krajinný prostor, ale má ještě určité specifické vlastnosti, kterými se od něj liší.

Podle podmínek **migrace chemických prvků** se rozlišují tři základní typy elementárních krajinných prostorů (Obr. 4):

1. Eluviální (autonomní),
2. Superakvální (neautonomní),
3. Subakvální.

1. Eluviální (autonomní)

Charakteristickým rysem tohoto typu je značná hloubka hladiny podzemní vody. Nachází se na takových plochách povodí, kde podzemní voda nezasahuje do rizosféry rostlin a tím nemá podstatný vliv na půdu a rostlinstvo. Do této části krajinného prostoru minerální

látky přicházejí, ale jejich posun je značně omezený. Proto se zde nenacházejí jejich zdroje. V půdě se vytvářejí iluviální horizonty. Rostliny jsou nucené na tomto prostoru získávat chemické látky obtížně z poměrně velkých hloubek.

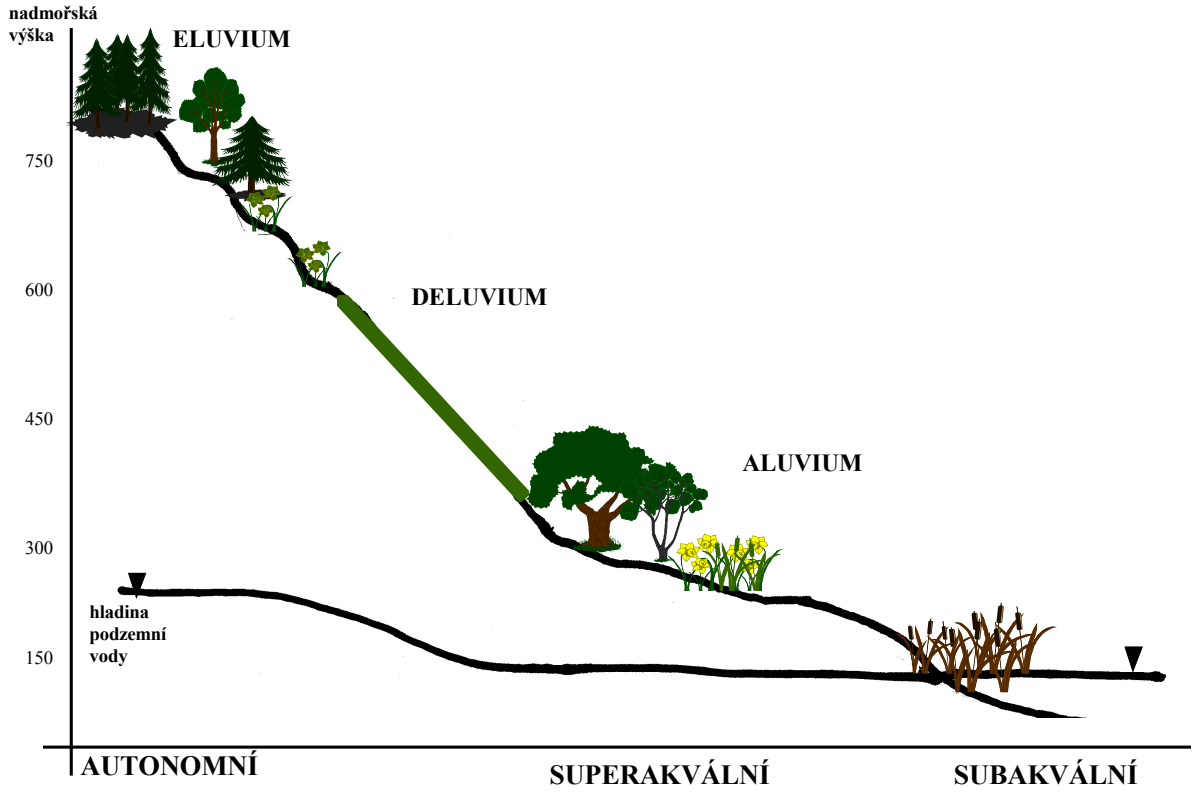
2. Superakvální (neautonomní)

Nachází se na těch částech povodí, kde je poměrně vysoká hladina podzemní vody, která ovlivňuje rizosféru rostlin. To umožňuje, že rostlinná společenstva mohou dobře využívat nejen tuto vodu, ale i chemické látky, které se dostávají do rizosféry jejím kapilárním vzlínáním. Tento typ elementárního krajinného prostoru je pro zemědělství zvláště významný.

3. Subakvální

Vyznačuje se tím, že má dostatek vody i minerálních látek. Do této části krajinného prostoru přichází s vodou mnoho chemických látek, které se zde akumulují. Ve vodním prostředí vznikají charakteristické formy flóry a fauny.

Autonomní část krajinného prostoru je primární a určuje vlastnosti ostatních sekundárních částí.



Obrázek 4: Základní typy elementárních krajinných prostorů (POLYNOV, 1952)

Třebaže má každý z uvedených typů elementárních krajinných prostorů svůj specifický charakter pohybu vody a chemických látek, existují mezi nimi v rámci krajinného prostoru určité vzájemné vazby. Rozvodí, svahy, nížiny i vodní toky a nádrže tvoří ucelenou soustavu.

Geochemickou odlišnost jednotlivých typů elementárních krajinných prostorů podmiňují (způsobují) zejména:

- klimatické podmínky,
- různý geologicko-petrografický substrát,
- reliéf (geomorfologie) území.

V krajinném prostoru takto vzniká určitá zonalita, která je podle FERSMANA (1933 - 1939) základní zákonitostí rozdělení geochemických procesů a jejich syntetického vyjádření v tomto prostoru. Geochemické odlišnosti je třeba zohledňovat při navrhování struktury zemědělského systému.

1.3.5 Produktivita stanoviště - nosná kapacita prostředí

Produktivita (prostředí, stanoviště, lokality) je termín používaný v zemědělské praxi často bez přesné definice. Znamená schopnost vytvářet biomasu nebo hospodářský výnos. Lze ji ztotožnit s pojmem **úrodnost stanoviště** v závislosti na všech faktorech (nejen půdních).

V ekologii a populační biologii rostlin je pro označení produktivity stanoviště používán termín **nosná kapacita prostředí** (z anglického *carrying capacity*). Je definována jako soubor všech vegetačních faktorů, který má populace rostlin (porost plodiny) v daném prostoru a čase k dispozici pro růst a vývoj. Představuje maximální možné množství biomasy, které lze vyprodukovat na daném stanovišti (SLAVÍKOVÁ, 1986). V jiném pojetí je vztahována k maximálnímu možnému počtu druhů rostlin, které mohou na daném stanovišti existovat (MÍCHAL, 1994). Mezi populací nebo společenstvem rostlin a prostředím (souborem vegetačních faktorů stanoviště) se vytváří mechanismus zpětné vazby, který nastoluje v přirozených porostech dynamickou rovnováhu.

Nosná kapacita prostředí je používána jako konstantní hodnota při vyjadřování zákonitostí populační biologie rostlin nebo při hodnocení sukcese na daném stanovišti. Z tohoto pohledu může být ve fytotechnických disciplínách využívána jako *exaktnější ekvivalent termínů produktivita nebo úrodnost stanoviště.* Nevýhodou všech těchto termínů a koncepcí je, že charakterizují vegetační období jako celek, tj. neberou v úvahu dynamické změny vegetačních faktorů v průběhu času (vegetace). Jejich analýza je z pěstitelského hlediska důležitá pro tzv. ročníkové modifikace pěstebních technologií polních plodin.

1.4 Rozdělení produkčního území České republiky ze zemědělského hlediska

Pro Českou republiku je charakteristická značná rozmanitost terénních podmínek, ale také podmínek klimatických a půdních. Na území ČR se vyskytují jak nížinné, tak horské oblasti. Náš stát se nachází na přechodu mezi klimatem přímořským a kontinentálním s tím, že k východu přibývá kontinentality. Rovněž zastoupení půd, a to jak po stránce druhové, tak typové, je velmi pestré. Z toho plynou **velmi rozdílné stanovištní podmínky** pro uspokojování nároků pěstovaných plodin. Vhodné rozmístění zemědělské produkce z hlediska přírodních podmínek (**rajonizace**) je proto velmi důležitým předpokladem pro optimální využití půdního fondu. Správná **makrorajonizace** druhů polních plodin (volba příznivých oblastí a stanovišť) a **mikrorajonizace** odrůd (umístění na jednotlivé pozemky v krajině) jsou základem efektivní rostlinné produkce. Bohužel je třeba uvést, že z ekonomických důvodů není v posledních letech agronomická rajonizace pěstování polních plodin na území ČR plně uplatňována. Zemědělci obvykle dávají přednost pěstování plodin, které mohou nejlépe zpeněžit.

Nejstarší kategorizací zemědělského území je jeho dělení na výrobní typy a později výrobní oblasti. Na počátku minulého století sloužily pro statistické hodnocení zemědělské výroby podle výrobního zaměření rostlinné výroby v rozdílných půdně klimatických podmínkách. Na začátku šedesátých let minulého století byly zemědělské výrobní oblasti upřesněny pro jednotlivá katastrální území a legislativně zakotveny ve vyhlášce MZe č. 213/1959 Úředních listů. Zařazení katastrálních území do výrobních typů a podtypů původně sloužilo pro účely stanovení zemědělské daně (zákon č. 50/1959 Sb., o zemědělské dani).

Později tato kategorizace posloužila pro rajonizaci zemědělské výroby. Tyto zemědělské výrobní oblasti jsou Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním a Českým statistickým úřadem využívány pro statistické hodnocení území ČR i v současnosti.

Zemědělské výrobní oblasti vytváří třídící základnu katastrálních území pro účely zemědělské statistiky pro hodnocení podnikatelských subjektů a analýzy jejich produkčních a ekonomických výsledků.

Původní agronomická charakteristika stanovištních podmínek území našeho státu vytvořená na počátku šedesátých let minulého století prošla do současnosti poměrně složitým vývojem. Se vstupem do EU (1.5.2004) byly jako podmínky pro implementaci dotačního systému Společné zemědělské politiky (CAP) vytvořeny další způsoby členění výrobního území. Byly specifikovány LFA (Less Favoured Areas) a zranitelné oblasti (s vazbou na tzv. Nitrátovou směrnici).

1.4.1 Rozdělení území ČR do výrobních typů z roku 1960

Po provedení rozsáhlého průzkumu přírodních podmínek a po zohlednění podmínek ekonomických (při uvažování specifik příměstských oblastí) bylo území ČR v roce 1960 rozděleno na **4 výrobní typy s 12 podtypy.** Pro základní orientaci jsou podrobné údaje o výrobních typech a podtypech platných v období 1960-1989 uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Charakteristika výrobních typů a podtypů

Výrobní typ	Reliéf terénu, poloha	Nadmořská výška	Průměrná roční teplota	Úhrn srážek za rok	Genetický půdní typ	**Výrobní podtyp**	Druh a hloubka půdy (mělké půdy do 30 cm, středně hluboké do 80 cm, hluboké půdy přes 80 cm hloubky)
Kukuřičný	Rovina až mírně zvlněný terén	Do 200 m	Nad 9 °C s kontinentálním průběhem teploty	Pod 500-600 mm se silným výparem	Černozem, slinovatka, výskyt solných půd- sušší **polohy** nivních půd a částečně hnědozem	**Kukuřično-žitný** (ranobramborářský) **Ia** **Kukuřično-ječný Ib** **Kukuřično-pšeničný Ic**	Půdy lehké propustné, písčité a hlinitopísčité, mělké půdy všech druhů, snadno zpracovatelné. Půdy středně těžké, písčitohlinité a hlinité s příznivými fyzikálními vlastnostmi, hluboké a středně hluboké, dobře zpracovatelné. Půdy těžké, jílovitohlinité a jílovité, těžko propustné, hluboké a středně hluboké, obtížněji zpracovatelné.
Řepařský	Rovina až mírně zvlněné plochy	Obvykle do 350 m, v příznivých poměrech podnebních a půdních i vyšší	8 - 9 °C	Do 600 mm a v místech s příznivou teplotou a příznivě utvářeným reliéfem i přes 600 mm	Černozem, hnědozem , slinovatka a v místech s vyššími srážkami i mírně podzolová půda	**Řepařsko-žitný** (ranobramborářský) **IIa** **Řepařsko-ječný IIb** **Řepařsko-pšeničný IIc**	Půdy lehké, propustné písčité a hlinitopísčité, mělké půdy všech druhů, snadno zpracovatelné. Půdy středně těžké, písčitohlinité a hlinité s příznivými fyzikálními vlastnostmi, hluboké až středně hluboké, dobře zpracovatelné. Půdy těžké jílovitohlinité a jílovité, těžko propustné, hluboké a středně hluboké, tíže ji zpracovatelné.
Bramborářský	Zvlněný a kopcovitý Zvlněný kopcovitý a pahorkatý	Zpravidla do 350 m Od 350 m do 500 m až 600 m Od 350 m do 500 m Od 400 m a výše	7-8 ° C 7-8° C 7-8° C 6-7° C	Do 800mm Do 700mm Do 700mm 700-800mm	Různý stupeň podzolizace Hnědozem až mírná podzolizace Hnědozem a mírná podzolizace Výrazně podzolová půda, podzoly, hnědé půdy	**Bramborářsko-žitný IIIa** **Bramborářsko-ječný III b** **Bramborářsko-pšeničný IIIc** **Bramborářsko-ovesný IIId**	Půdy lehké, propustné, písčité a hlinitopísčité, mělké půdy všech druhů, snadno zpracovatelné. Půdy středně těžké hlinitopísčité a hlinité s příznivými fyzikálními vlastnostmi, hlinité a středně hlinité, dobře zpracovatelné. Půdy těžké, jílovitohlinité, těžko propustné., hluboké a středně hluboké hlinité, tíže ji zpracovatelné. Na všech druzích i hloubkách tvoří přechod mezi III. a IV.
Horská	Horský, kopcovitý	Nad 600m	Pod 6°C	Nad 800mm	Výrazný podzol, glejové půdy	**Horská hospodářství na mělčí půdě IVa** **Horská hospodářství na hlubší půdě IVb**	Mělké půdy všech druhů Hlubší půdy všech druhů

Jednotlivé typy byly charakterizovány reliéfem terénu, polohou, nadmořskou výškou, průměrnou roční teplotou vzduchu, průměrným ročním úhrnem srážek a genetickým půdním typem. Výrobní typy byly pojmenovány podle hlavní okopaniny, která v nich má nejlepší

podmínky pro pěstování. Jsou to **výrobní typ kukuřičný, řepařský a bramborářský**. Kromě těchto tří typů byl vymezen jako čtvrtý typ **horský**. Každý z těchto výrobních typů se dělil na podtypy (subtypy), které byly pojmenovány podle obilnin. V kukuřičném a řepařském výrobním typu byly tyto tři podtypy: podtyp žitný, ječný a pšeničný. Ve výrobním typu bramborářském kromě tří předchozích byl navíc podtyp ovesný. O vhodnosti podtypu pro pěstovanou obilninu rozhodoval zejména půdní druh. Žitný subtyp byl vymezen na půdách lehkých, subtyp ječný na půdách středních a subtyp pšeničný na půdách těžších. Pro ovesný subtyp byly charakteristické půdy silněji vyluhované nebo půdy z jiných důvodů méně vhodné až nevhodné. Horský výrobní typ se dělil na dva subtypy rozlišené hloubkou půdy - podtyp s mělčí půdou a podtyp s hlubší půdou.

Členění na výrobní typy je v praxi ze setrvačnosti stále používáno, neboť nové současné platné členění na výrobní oblasti (zavedené před vstupem EU) je mu velmi podobné.

1.4.2 Rozdělení území ČR do zemědělských výrobních oblastí a podoblastí platné v období 1996 - 2003

Nové zemědělské výrobní oblasti (ZVO) a podoblasti byly na základě výsledků předcházející podrobné bonitace zemědělských půd v Československu zavedeny v roce 1989. V témže roce však proběhly společenské změny následované rozdělením země na Česko a Slovensko (1.1.1993). Po vyřešení důležitých administrativních problémů, bylo členění výrobního území České republiky na výrobní oblasti oficiálně zavedeno v roce 1996 podle vyhlášky MF č. 178/1994 Sb., a vyhlášky MZe ČR 215/1995 Sb. Při vymezení ZVO bylo přihlíženo i k restrukturalizačním změnám, ke kterým došlo v zemědělství v období 1991 - 1995. Nové zemědělské výrobní oblasti a podoblasti nahrazovaly staré zemědělské výrobní oblasti z roku 1959 (vyhláška MZe č 213/1959 Úředních listů), které sloužily do konce roku 1966 pro rozvržení sazeb zemědělské daně.

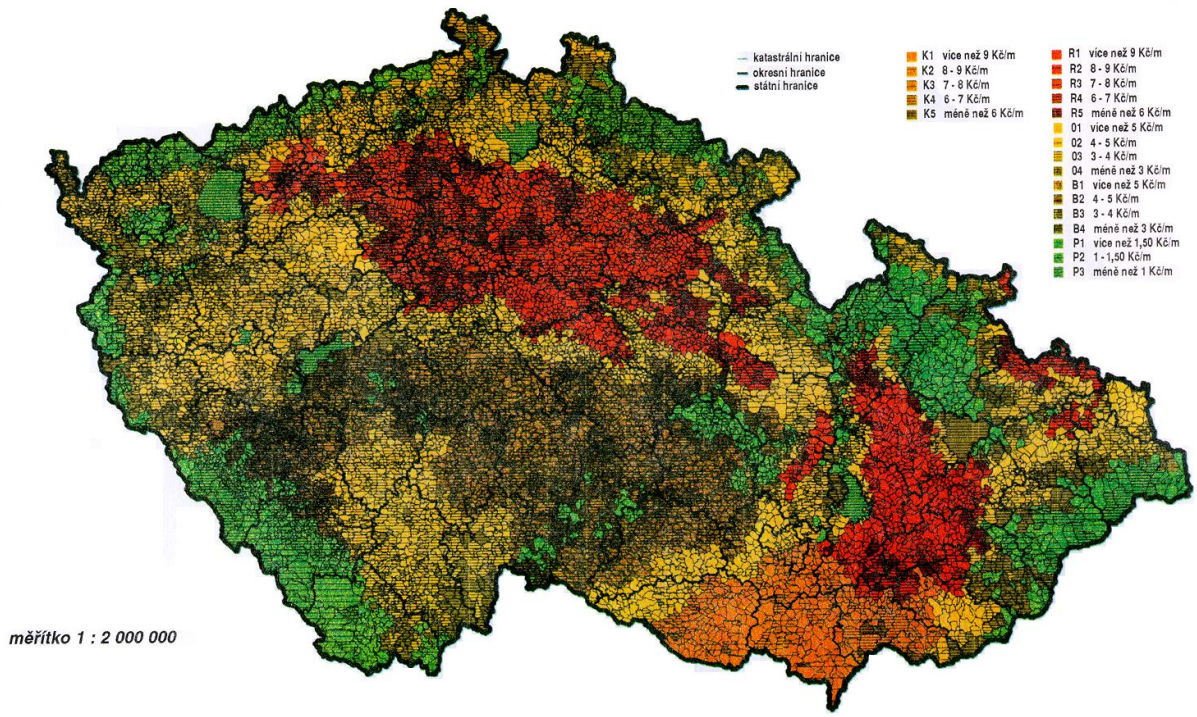
Zemědělské výrobní oblasti a podoblasti charakterizovaly produkční podmínky a využití zemědělského půdního fondu ČR z půdně klimatického hlediska bez ohledu na administrativní hranice vyšších územních celků (okresů a regionů). Tato kategorizace území vytvářela třídící základnu katastrálních území a zemědělských podniků, které v nich hospodaří. Byla vytvářena pro účely zemědělské statistiky a pro srovnání hodnocení podnikatelských subjektů, analýzy jejich produkčních a ekonomických výsledků a pro řešení základních opatření regionální politiky v zemědělství v době socializmu, kdy bylo zemědělství centrálně řízeno a plánováno.

Třídění na výrobní oblasti bylo založeno na **využití bonitovaných půdně ekologických jednotek** (**BPEJ**), které poskytují podrobnější informace o klimatických, půdních a reliéfových podmínkách území. Konstrukce oblastí a podoblastí vycházela po metodické stránce z **produkčních tříd zemědělské půdy**. Zařazením podniků do výrobních oblastí a podoblastí byly upřesněny agroekologické a ekonomické předpoklady využití zemědělského území pro určité zaměření produkce. Toto třídění rovněž umožnilo obecně charakterizovat území podniku podle základního produkčního zaměření a podle **integrální produkční schopnosti půd**. Tím se stalo vhodnou základnou pro vytvoření a potom následné používání jednotné soustavy normativů v zemědělství.

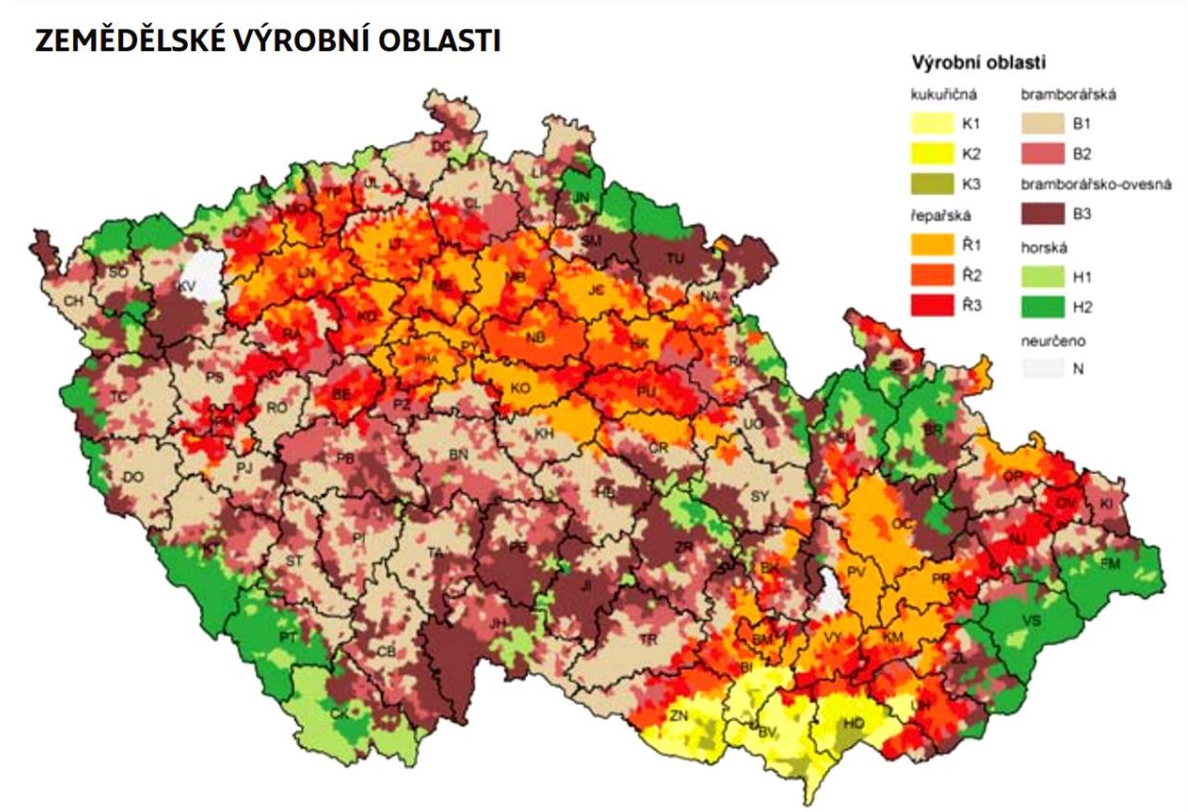
Produkční schopnost byla vyjádřena produkčními třídami zemědělské půdy. Základem tohoto ocenění byly produkční parametry devíti hlavních plodin a trvalých travních porostů při zjednodušených **typových strukturách plodin**. Produkční třídy zemědělské půdy byly vzaty za základ pro kategorizaci zemědělských podniků do tzv. **produkčních skupin podniků (PSP)** a jednotlivých katastrálních území do **produkčních ekonomických skupin (PES).**

Z hlediska agroekologických a ekonomických předpokladů bylo zemědělsky využívané území České republiky členěno do **5 výrobních oblastí a 21 podoblastí (**Obr. 5, Tab. 4):

1. **zemědělská výrobní oblast kukuřičná** (s označením **K**), typ kukuřično-řepařsko-obilnářský (zahrnuje 5 podoblastí K1- K5),
2. **zemědělská výrobní oblast řepařská** (s označením **Ř**), typ řepařsko-obilnářský (zahrnuje 5 podoblastí Ř1- Ř5),
3. **zemědělská výrobní oblast obilnářská** (s označením **O**), typ obilnářsko-krmivářský (zahrnuje 4 podoblasti O1- O4),
4. **zemědělská výrobní oblast bramborářská** (s označením **B**), typ bramborářsko-obilnářský (zahrnuje 4 podoblasti B1- B4),
5. **zemědělská výrobní oblast pícninářská** (s označením **P**), typ pícninářský s rozhodujícím uplatněním chovu skotu (zahrnuje 3 podoblasti P1- P3).



Obrázek 5: Mapa výrobních oblastí a podoblastí platných v období 1996-2003



Obrázek 6: Mapa výrobních oblastí a podoblastí platných od roku 2003 *(Zdroj: MZe)*

Tabulka 4: Charakteristika zemědělských výrobních oblastí a podoblastí platných v období 1996 – 2003

Pramen : VÚZE Praha - upraveno.

Charakteristika	Zemědělské výrobní oblasti (ZVO)																			
	kukuřičná (K)					řepařská (Ř)					obilnářská (O)				bramborářská (B)				pícninářská (P)		
Reliéf terénu	rovinný až méně zvlněný					rovinný mírně zvlněný					mírně zvlněný až svažitý				středně zvlněný až silně svažitý				horizontálně členitý s vysokou svažitostí		
Nadmořská výška	do 250 m					250 - 350 m					300 - 600 mm				400 - 650 mm				nad 600 m		
Klimatický region	velmi teplý suchý (VT)					teplý suchý (T1) teplý mírně suchý (T2) teplý mírně vlhký (T3)					teplý mírně vlhký (T3) mírně teplý suchý (MT1) mírně teplý mírně vlhký (MT2) mírně teplý značně vlhký (MT3) mírně teplý vlhký (MT4) mírně chladný vlhký (MCCH)				mírně teplý mírně vlhký (MT2) mírně teplý značně vlhký (MT3) mírně teplý vlhký (MT4) mírně chladný vlhký (MCCH)				mírně chladný vlhký (MCH) chladný vlhký (CH)		
Průměrná roční teplota	9 - 10°C					8 - 9 °C					5 - 8,5°C				5 - 8 °C				5 - 6°C		
Průměrná roční srážka	500 - 600 mm					500 - 650 mm					550 - 700 mm				550 - 900 mm				více než 700 mm		
Suma teplot nad 10°C	2800 - 3100					2400 - 2800					2000 - 2800				2000 - 2600				pod 2200°C		
Výskyt suchých vegetačních období	30 - 50 %					10 - 60 %					5 - 40 %				5 - 30 %				0 - 5 %		
Hlavní půdní jednotky	převládají černozemě a černice na píscích, regozemě					převládají černozemě a hnědozemě na spraších a sprašových hlínách, fluvizemě na nivních uloženinách					různé půdy od hnědozemí a luvizemí až po gleje půdy				převažují kambizemě, kambizemědystrické a kambizemě kyselé				převážná část půd jsou kambizeměpseudoglejové, svažité půdy na všech horninách		
Zrnitostní složení	převažují půdy hlinité a písčitohlinité					převažují půdy hlinité, hluboké aluviální písčitohlinité					hlinitopísčité až jílovité s různým stupněm skeletovitosti				většinou hlinitopísčité s nižším podílem mělkých a silně skeletovitých půd				převážně písčitohlinité, středně hluboké až mělké, štěrkovité až kamenité		
Stupeň zornění	větší než 80 %					více než 80 %					více než 60 %				větší než 60 %				obvykle méně než 50 %		
Zastoupení trvalých kultur	10 - 15 %					6 - 9 %					4,5 - 6,5 %				2,5 - 3 %				2,5 - 3 %		
Lesnatost	velmi nízká					nízká					nízká až střední				střední až vysoké				vysoká až velmi vysoká		
Hlavní zemědělské druhy	kukuřice na zrno, cukrovka, teplomilné ovoce, vinná réva, teplomilné zeleniny, kvalitní pekařská pšenice, sladovnický ječmen					cukrovka, kvalitní pšenice, sladovnický ječmen, kořenová zelenina, v některých oblastech chmel, rané brambory					převažuje pěstování obilnin, některé technické plodiny, řepka, pěstování cukrovky i brambor je méně vhodné až nevhodné				pěstování konzumních, průmyslových a sadbových brambor, převážně krmné obilniny, v nižších polohách řepka, ve vyšších len				méně příznivé pro rostlinnou výrobu, vysoké zastoupení luk a pastvin, ojediněle podmínky pro pěstování sadbových brambor a lnu		
Podoblast	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**Ř1**	**Ř2**	**Ř3**	**Ř4**	**Ř5**	**O1**	**O2**	**O3**	**O4**	**B**	**B2**	**B3**	**B4**	**P1**	**P2**	**P3**
Průměrná cena zemědělských půd Kč/m²	>9	8-9	7-8	6-7	<6	>9	8-9	7-8	6-7	<6	>5	4-5	3-4	<3	>5	4-5	3-4	<3	>1,5	1-1,5	<1
Produkční schopnost v bodech	>82	76-82	68-76	62-68	<62	>84	76-84	68-76	62-68	<62	>56	48-56	42-48	<42	>50	44-50	36-44	<36	>34	26-34	<26
Stupeň zornění	89 %	85 %	85 %	81 %	80 %	90 %	87 %	85 %	85 %	81 %	81 %	76 %	70 %	60 %	81 %	80 %	74 %	66 %	48 %	33 %	19 %
Zastoupení na zemědělském půdním fondu ČR v %	2,6	1,9	1,3	0,8	0,1	8,4	3,1	3,9	4,7	4,2	7,7	9,7	13,8	9,3	1,9	6,0	6,2	4,4	5,4	3,4	1,2
	6,7					24,3					40,5				18,5				10,0		

1.4.3 Rozdělení území ČR od roku 2003

Jako součást přípravy na implementaci pravidel Společné zemědělské politiky byly před vstupem do EU (1.5.2004) vytvořeny tři typy kategorizace zemědělského území:

- Zemědělské výrobní oblasti,
- Méně příznivé oblasti LFA (Less Favoured Areas),
- Zranitelné oblasti.

1.4.3.1 Zemědělské výrobní oblasti

Od roku 2003 byly z hlediska agroekologických a ekonomických předpokladů území opět vymezeny čtyři výrobní oblasti a jedenáct podoblastí (Obr. 6):

- výrobní oblast kukuřičná (s označením K), typ kukuřično-řepařsko-obilnářský, která se člení na podoblasti K1, K2 a K3,
- výrobní oblast řepařská (s označením Ř), typ řepařsko-obilnářský, která se člení na podoblasti Ř1, Ř2, Ř3,
- výrobní oblast bramborářská (s označením B), typ bramborářsko-obilnářský, která se člení na podoblasti B1, B2 a B3,
- výrobní oblast horská (s označením H), typ pícninářský s rozhodujícím zaměřením na chov skotu, se člení na podoblasti H1 a H2.

1.4.3.2 Znevýhodněné oblasti pro zemědělce (LFA)

Režim podpory zemědělců ve znevýhodněných oblastech (Less Favoured Areas, LFA), který v EU funguje od roku 1975, představuje mechanismus napomáhající zachovat zemědělskou činnost, a tudíž i ráz krajiny v horských oblastech, v „Ostatních“ znevýhodněných oblastech a v oblastech se specifickým znevýhodněním.

Horské oblasti pokrývají téměř 16 % zemědělsky využívaných ploch EU a jsou vymezeny podle omezeného počtu fyzických ukazatelů. Přibližně 31 % zemědělské půdy v EU je označeno jako „Ostatní znevýhodněné oblasti“, na něž se soustředila kritika Evropského účetního dvora. V celé EU jsou „Ostatní“ LFA vymezeny podle více než 100 velmi odlišných vnitrostátních kritérií. Tento neprůhledný systém nezajišťuje, že se se všemi zemědělci v EU zachází stejně a že je podpora poskytována těm, kteří ji skutečně potřebují. V rámci EU 27 je kolem 56 % zemědělské půdy označeno jako znevýhodněné oblasti, ale jen na polovinu z této výměry jsou poskytovány platby.

Platby za přírodní znevýhodnění byly zahrnuty mezi opatření zaměřená na podporu využívání zemědělské půdy. Prostřednictvím stálého využívání zemědělské půdy by měly přispívat k rozvoji venkova a k zachování a podpoře udržitelných systémů zemědělského hospodaření.

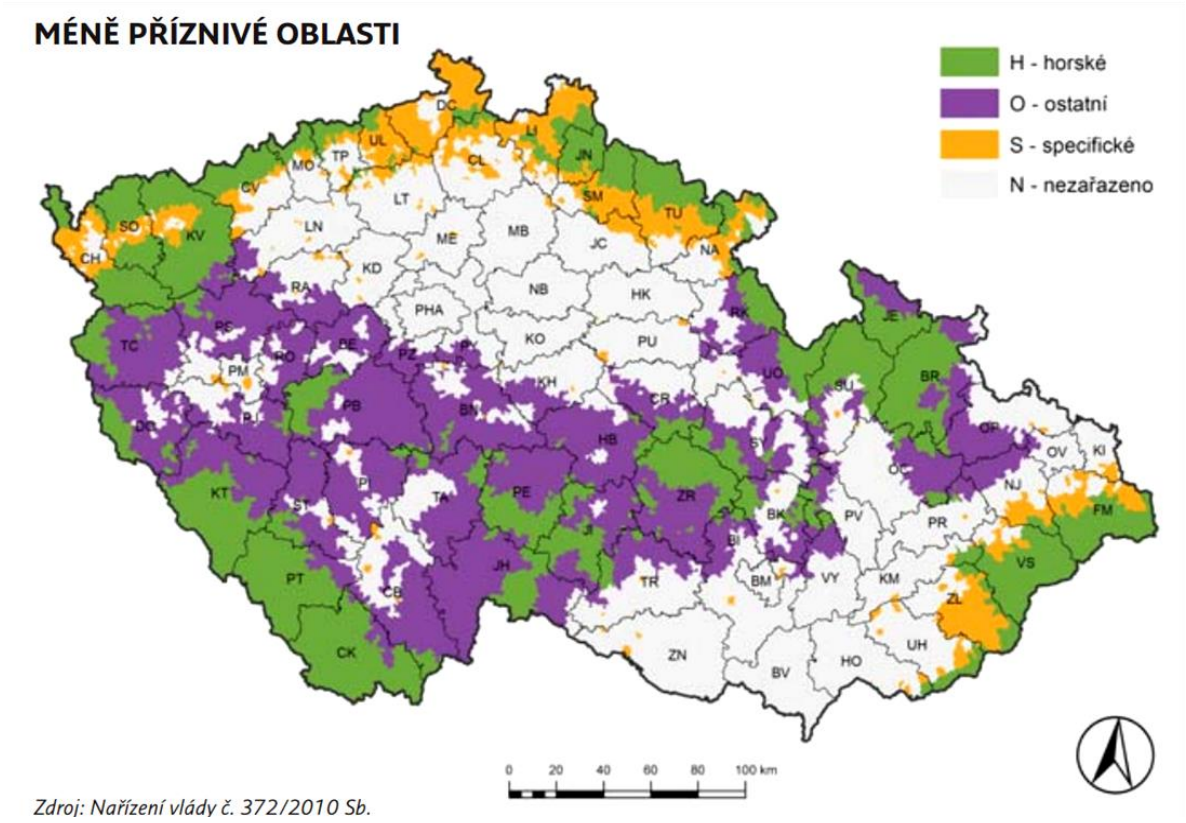
Vzhledem k tomu, že se Komisi nepodařilo nalézt a projednat vhodná jednotná kritéria určující nízkou úrodnost půdy a stanovující nepříznivé klimatické podmínky, zůstala i po roce 2007 v platnosti opatření LFA podle nařízení Rady (ES) 1257/1999. Zásadní reforma opatření LFA byla posunuta na rok 2010, ale ani do té doby se nepodařilo společná kritéria dopracovat.

Komise si dala za cíl navrhnout a prosadit taková kritéria, která by se zaměřila na území s největším rizikem opouštění půdy, byla neměnná, nezávislá na způsobu využívání půdy, byla jednoduchá, transparentní a spravedlivá, tj. srovnatelná na evropské úrovni.

Po řadě konzultací s experty členských zemí i experty Společného výzkumného centra EU (Joint Research Centre – JRC) navrhla Komise pro programové období 2014–2020 tato společná evropská kritéria pro vymezení „Ostatních“ LFA): nízká teplota, sucho, nadbytek půdní vláhy, zamokřené půdy, nepříznivá textura a skeletovitost, malá hloubka půdy, nevhodné chemické vlastnosti, svažitost. Podle dohody WTO (World Trade Organisation – Světová obchodní organizace) musí být doložena kalkulace ušlých příjmů a zvýšených nákladů vlivem přírodních omezení zemědělské výroby.

Od roku 2011 byly znevýhodněné oblasti stanovené podle Nařízení vlády č. 75/2007 Sb., o podmínkách poskytování plateb za přírodní znevýhodnění v horských oblastech, oblastech s jinými znevýhodněním a v oblastech NATURA 2000 na zemědělské půdě, ve znění nařízení vlády č. 372/2010 Sb.

Rozsah méně příznivých oblastí (Obr. 7) byl naposled aktualizován v souvislosti s aktualizací Programu rozvoje venkova České republiky na období 2007-2013, která byla schválena v roce 2010.



Obrázek 7: Mapa méně příznivých oblastí v ČR

Kritéria pro stanovení méně příznivých oblastí

Horská oblast typu HA – obce nebo k. ú. s nadmořskou výškou nad 600 m n. m. nebo s výškou 500 až 600 m n. m. a zároveň se svažitostí vyšší než 15 % na 50 % území této obce nebo k. ú.

Horská oblast typu H) – obce nebo k. ú. nesplňující kritéria pro oblast typu HA, které však byly za účelem zachování celistvosti horské oblasti do této oblasti zařazeny.

Ostatní méně příznivá oblast typu OA – obce nebo k. ú. s výnosností zemědělské půdy nižší než 34 bodů, které se nacházejí na území kraje, který v průměru splňuje demografická kritéria – hustota obyvatel nižší než 75 obyvatel/km^2 a podíl pracujících v zemědělství na celkovém počtu práceschopného obyvatelstva vyšší než 8 %.

Ostatní méně příznivá oblast typu OB – obce s výnosností zemědělské půdy 34 až 38 bodů, které se nacházejí na území kraje, který v průměru splňuje demografická kritéria – hustota obyvatel nižší než 75 obyvatel/km2 a podíl pracujících v zemědělství na celkovém počtu práceschopného obyvatelstva vyšší než 8 %. Tyto obce nebo k. ú. byly zařazeny do ostatní méně příznivé oblasti za účelem zachování celistvosti této oblasti.

Specifická oblast typu S – obce a k. ú. s výnosností zemědělské půdy nižší než 34 bodů nebo s výnosností 34 až 38 bodů a zároveň se sklonitostí vyšší než 7° na 50 % zemědělské půdy

obce nebo k. ú. – tyto obce nebo k. ú. nenáleží do kraje, který v průměru splňuje demografická kritéria pro ostatní méně příznivou oblast, dále pak obce a katastrální území s bodovou hodnotou výnosnosti zemědělské půdy vyšší nebo rovnou 34 a nižší než 38 bodů a se zatravněním vyšším než 50 % výměry zemědělské půdy, která mají po provedené aproximaci výpočtu výnosnosti půdy na základě reálného zatravnění výnosnost nižší nebo rovnu 34 bodů. Na těchto územích je třeba zachovat zemědělskou výrobu za účelem udržení venkovské krajiny, turistického potenciálu a ochrany životního prostředí.

1.4.3.3 Vymezení zranitelných oblastí v ČR

V souladu s právem Evropského společenství (směrnice Rady 91/676/EHS ze dne 12. prosince 1991) bylo vydáno Nařízení vlády č. 103/2003 Sb. (tzv. Nitrátová směrnice), o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.

V roce 2007 a následně v roce 2008 bylo vydáno nové nařízení vlády č. 108/2008 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 103/2003 Sb. V roce 2011 byla provedena revize vymezení zranitelných oblastí a jejich seznam byl vydán v nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, které ruší původní NV č. 103/2003 Sb.

Ve zranitelných oblastech se podle § 7 nařízení vlády č. 262/2012 Sb. stanovují rovněž pravidla pro používání hnojiv a statkových hnojiv s ohledem na půdně-klimatické podmínky stanoviště. Způsob použití závisí na začlenění zemědělské půdy do jednoho ze tří aplikačních pásem (Tab. 5). Klimatické a půdní podmínky a účelovou charakteristiku aplikačních pásem uvádí tabulky č. 2 až č. 5 přílohy č. 2 nařízení vlády č. 262/2012 Sb. Nejpřísnější omezení pokud jde o hnojení minerálními dusíkatými hnojivy (Tab. 6) a hnojivy s rychle uvolnitelným dusíkem jsou vyžadována ve třetím aplikačním pásmu.

Ve zranitelných oblastech je omezeno množství dusíku aplikovaného v organických a organominerálních hnojivech a ve statkových hnojivech na zemědělskou půdu. Množství celkového dusíku aplikovaného ročně na zemědělskou půdu v organických a organominerálních hnojivech a ve statkových hnojivech nesmí v průměru zemědělského podniku překročit limit 170 kg/ha, při započtení zemědělské půdy vhodné k aplikaci. Kapacita skladovacích prostor pro statková hnojiva musí být dostatečná pro uskladnění statkových hnojiv v období zákazu hnojení. Od roku 2014 musí skladovací kapacita pro statková hnojiva odpovídat jejich šestiměsíční produkci.

Tabulka 5: Aplikační pásma pro používání minerálních a statkových hnojiv s ohledem na půdně-klimatické podmínky stanoviště

Aplikační pásmo	Klimatic-ký region	Hlavní půdní jednotka (HPJ)	Účelová charakteristika
I	0, 1, 2, 4	bez ohledu na sklonitost: 01-03, 20, 56	sušší oblasti, zejména s jarními přísušky, s převážně hlubšími, středně těžkými až těžšími půdami, charakterizovanými nepromyvným vodním režimem
		při sklonitosti nad 7°: 08-11, 19, 24, 25	
	0, 1	06-07	
II	všechny ostatní HPJ, které nepatří do I. ani III. aplikačního pásma		převažující část území ČR republiky, se středními srážkami, středními až lehčími půdami, a periodicky promyvným vodním režimem
III	0-3	04	lehké písčité půdy, silně propustné, s výsušným režimem
	0-3	05	půdy na velmi propustném podloží
	0-9	16, 17, 21-23, 31	lehké písčité půdy
	8-9	08, 34-36, 56	půdy ve vyšších polohách, s vysokým množstvím srážek

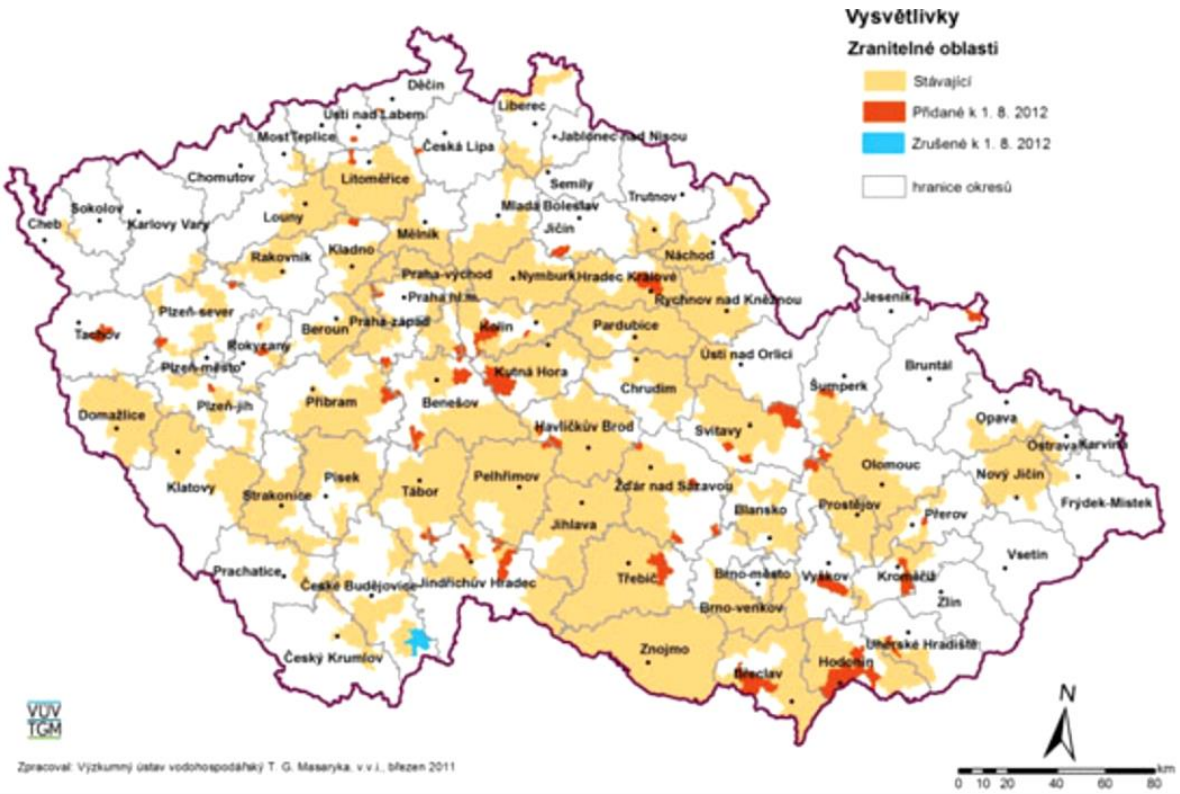
Tabulka 6: Omezení pro hnojení minerálními dusíkatými hnojivy ve zranitelných oblastech (nařízení vlády č. 262/2012 Sb.)

Pozemek s plodinou nebo připravený pro založení porostu plodiny		Období zákazu hnojení	
Plodina	Klimatický region	Hnojiva s rychle uvolnitelným N	Minerální dusíkatá hnojiva
Jednoleté polní plodiny na orné půdě	0-5	15.11. - 31.1. (1.11. - 31.1.**)	1.11. - 31.1. (pro oz. řepku a oz. pšenici) 15.10. - 31.1. (pto ostatní plodiny)
	6-9	15.11. - 28.2. (15.10. - 28.2.**)	15.10. – 28.2. (pro oz. řepku a oz. pšenici) 1.10. - 15.2. (pro ostatní plodiny)
Travní (jetelotravní) porosty na orné půdě, trvalé travní porosty	0-5	15.11. - 31.1. (1.11. - 31.1.**)	1.10. – 28.2.
	6-9	15.11. - 28.2. (15.10. - 28.2.**)	15.9. – 15.3.
Aplikace hnojiv s pomalu uvolnitelným N* na orné půdě je zakázána v období 1.6.-31.7. (toto ustanovení neplatí v případě následného pěstování oz. plodin a meziplodin) a v období 15.12.-15.2.			

* platí i pro upravené kaly
** nevztahuje se na kukuřici pěstovanou na zrno

Na zemědělských pozemcích, kde se vyskytuje půda silně erozně ohrožená, se nesmí pěstovat širokořádkové plodiny, na půdě mírně erozně ohrožené smí být širokořádkové plodiny zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Zranitelné oblasti jsou územně vymezeny katastrálními územími České republiky. Ve zranitelných oblastech se nachází 49 % z celkové výměry zemědělské půdy ČR. Jejich rozložení je znázorněno v mapce na obrázku 8.



Obrázek 8: Mapa zranitelných oblastí v ČR *(Zdroj: MZe)*

1.4.4 Registr půdy – LPIS (Land Parcel Identification System)

Se vstupem České republiky do Evropské unie vznikla potřeba vytvořit nový systém identifikace zemědělských pozemků pro účely kontroly a administrace dotací vztahujících se na zemědělskou půdu. Podmínkou Evropské unie pro uvolňování dotací do zemědělství bylo, aby členská země zavedla systém identifikace zemědělských pozemků na základě skutečného užívání půdy, a to v prostředí geografického informačního systému (GIS).

První verze registru LPIS jako GIS pro evidenci využití zemědělské půdy vznikla v roce 2002. Tato evidence neměla tehdy ještě právní rámec, který by stanovil základní pravidla pro vedení této evidence včetně aktualizace evidovaných údajů. Teprve novela zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, provedená zákonem č. 123/2003 Sb., právně zakotvila evidenci využití zemědělské půdy podle uživatelských vztahů, která se stala základem registru LPIS. Později začala evidence sloužit nejen k ověřování údajů uvedených v žádostech o dotace vztahující se na zemědělskou půdu ke kontrolám plnění podmínek těchto dotací, ale i pro evidenci ekologického zemědělství, pěstování geneticky modifikovaných odrůd a pro uplatnění nároku

na vrácení spotřební daně. Údaje vedené v této evidenci se současně staly podkladem pro realizaci agroenvironmentálních opatření, pro monitoring dopadu opatření na podporu rozvoje venkova a pro sledování omezení hospodaření z titulu nitrátové směrnice.

Registr LPIS se stal úplným zdrojem informací o užívání zemědělské půdy, protože byl integrován s dalšími speciálními registry, a to s registrem ekologického zemědělství a se speciálními registry trvalých kultur – vinic, chmelnic, intenzivních sadů a později také množitelských porostů.

Údaje vedené v registru LPIS se dále staly podkladem pro provádění kontrol ze strany Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v oblasti použití a skladování hnojiv a kalů a pro agrochemické zkoušení půd. Rovněž jsou využívány zejména Státní rostlinolékařskou správou pro monitorování škodlivých organismů a Státní veterinární správou pro evidenci a správu ohnisek nákaz.

Registr LPIS je současně plně on-line propojen s informačním systémem Státního zemědělského intervenčního fondu, který zajišťuje převážnou část administrace zemědělských dotací v České republice, včetně kontroly dodržování závazných podmínek pro jejich vyplácení. Dále je propojen s dalšími registry vedenými Ministerstvem zemědělství, a to Společným zemědělským registrem (SZR) a Integrovaným registrem zvířat (IZR).

Registr LPIS je spolu s registry SZR a IZR a informačním systémem Státního zemědělského intervenčního fondu součástí integrovaného administrativního a kontrolního systému (IACS), určeného k administraci a kontrole vybraných dotačních schémat společné zemědělské politiky EU.

Evidence využití půdy podle uživatelských vztahů – změny v právní úpravě zákona o zemědělství

Novela zákona o zemědělství, provedená zákonem č. 291/2009 Sb., přinesla s účinností od 1. 10. 2009 významné změny v právní úpravě týkající se evidence využití půdy podle uživatelských vztahů. Tato evidence neslouží pouze k identifikaci zemědělské půdy (evidence půdy), ale i k evidenci krajinných prvků a evidenci hospodářství podle objektů (dále jen „evidence objektů“) určených k chovu evidovaných zvířat s výjimkou včel. Novela dále rozšiřuje výčet druhů zemědělských kultur (orná půda, travní porosty – stálá pastvina a ostatní, vinice, chmelnice, ovocný sad, jiná kultura, školka, zelinářská zahrada, porost rychle rostoucích dřevin, rybník a zalesněná půda) na základě požadavků předpisů EU a zavádí možnost obnovy travního porostu. Právní úprava umožňuje zajištění provádění tzv. kontrol podmíněnosti (Cross

Compliance), které jsou nezbytnou součástí administrace dotací Státním zemědělským intervenčním fondem.

Evidence využití půdy slouží primárně k ověřování správnosti údajů uvedených v žádostech o dotace a ke kontrolám plnění podmínek těchto dotací. Jedná se však o dotace vztahující se nejen na zemědělskou půdu, ale také na zalesněnou půdu, která byla v evidenci půdy vedena jako zemědělsky obhospodařovaná půda se zemědělskou kulturou podle § 3i písm. a) až g) nebo k) zákona o zemědělství.

Mimo to slouží evidence využití půdy pro evidenci ekologického zemědělství, ovocných sadů, pěstování geneticky modifikovaných odrůd, pro uplatnění nároku na vrácení spotřební daně a nově také pro evidenci pěstování máku setého a konopí.

Evidence půdy

Základní jednotkou evidence půdy je půdní blok o minimální výměře 0,1 ha, který představuje souvislou plochu zemědělsky obhospodařované půdy nebo souvislou vodní plochu využívanou pro účely chovu ryb, vodních živočichů a pěstování rostlin ve vodním útvaru povrchových vod (rybník), pro účely provozování rybníkářství podle zvláštního právního předpisu, nebo souvislou plochu zalesněné půdy, která byla v evidenci půdy vedena jako zemědělsky obhospodařovaná půda se zemědělskou kulturou podle § 3i písm. a) až g) nebo k) zákona o zemědělství.

Důležitou součástí evidence půdy jsou rovněž údaje týkající se omezení hospodaření z titulu nitrátové směrnice, obhospodařování v rámci ekologického zemědělství, údaje týkající se zařazení do horské oblasti, oblasti s jinými znevýhodněními a oblasti Natura 2000 a dále údaje vztahující se k příslušnosti krajinného prvku.

Evidence krajinných prvků

Základní jednotkou evidence krajinných prvků je krajinný prvek, který představuje souvislou plochu, popřípadě jiný útvar, i zemědělsky neobhospodařované půdy, která plní mimoprodukční funkci zemědělství. Evidence krajinných prvků slouží především k zajištění kontrolovatelnosti plnění podmínek dobrého zemědělského a environmentálního stavu. Evidovanými druhy krajinných prvků jsou mez, terasa, travnatá údolnice, skupina dřevin, stromořadí a solitérní dřevina.

Evidence objektů

Základní jednotkou evidence objektů je objekt příslušející k hospodářství chovatele, představující jednotlivou stavbu, zařízení nebo místo v krajině, kde jsou evidovaná zvířata držena. Evidence objektů slouží především k zajištění prostorové identifikace míst, na kterých jsou hospodářská zvířata chována, což je nezbytné zejména při zavedení mimořádných veterinárních opatření.

Veřejný LPIS

Na základě § 3ab zákona o zemědělství MZe zveřejňuje v elektronické podobě, způsobem umožňujícím dálkový a nepřetržitý přistup následující základní údaje jako veřejný seznam z evidence využití půdy, kterými jsou:

a) identifikační údaje o uživateli (jméno a příjmení nebo název a adresa, nebo obchodní firma a sídlo),
b) zákresy hranic a výměra půdních bloků a dílů půdních bloků,
c) identifikační číslo půdního bloku, popřípadě dílu půdního bloku,
d) druh kultury,
e) obhospodařování v rámci ekologického zemědělství, nebo v etapě přechodného období v rámci ekologického zemědělství,
f) zákresy objektu,
g) identifikační číslo objektu a příslušnost k hospodářství,
h) druh objektu,
i) zákresy hranic krajinného prvku,
j) identifikační číslo krajinného prvku,
k) druh krajinného prvku.

Pro širokou veřejnost byla proto vytvořena aplikace pLPIS (public LPIS), která umožňuje prohlížení výše uvedených základních údajů z evidence využití půdy neomezenému okruhu uživatelů bez zvláštních přístupových oprávnění Veřejný pLPIS je přístupný z internetového portálu farmáře na adrese: http://eagri.cz/public/web/mze/farmar. Portál rovněž umožňuje export prostorových dat půdních bloků a krajinných prvků do formátu shp. Data jsou dostupná i prostřednictvím veřejných webových mapových služeb (WMS) přes url http://eagri.cz/public/app/wms/plpis.fcgi.

Funkcionalita veřejného LPIS je nově rozšířena o vyhledávání a prohlížení údajů z Katastru nemovitostí (KN) podle čísla parcely, listu vlastnictví (na územích pokrytých digitální

mapou) a z mapy. Lze tedy jednoduše zjistit překryv parcel KN s půdními bloky a zjistit jejich uživatele.

LPIS pro registrované uživatele

Od roku 2005 je v provozu internetový portál iLPIS, který umožňuje registrovaným uživatelům PB/DPB prostřednictvím zabezpečeného přístupu prohlížení údajů týkajících se jimi užívaných půdních bloků. O přístup si musí zájemce požádat na místně příslušném útvaru Ministerstva zemědělství – Agentuře pro zemědělství a venkov. Na základě písemné žádosti mu bude vygenerováno přístupové heslo, které je potřeba po prvním přihlášení změnit.

Na portál iLPIS je v současné době možné přistupovat přes internetový portál farmáře http://eagri.cz/public/web/mze/farmar nebo přes adresu http://eagri.cz/public/web/mze/.

1.5 Systémový přístup v rostlinné produkci

1.5.1 Obecná teorie systémů

Systém je pojem poměrně mnohoznačný. Jeho význam je různý v odlišných oblastech lidské činnosti. V antickém Řecku se rozumělo systémem sjednocení, souhrn nějakých objektů, případně nějaký celek. Později se přistoupilo k analýze uspořádání prvků v systému s použitím hierarchického třídění. To se projevilo například ve vytvoření botanického a zoologického systému (**Carl Linné** - přírodovědec, lékař a botanik, 1707-1778). Rovněž v chemii byla vytvořena periodická soustava prvků (**Dimitrij Ivanovič Mendělejev**, chemik, 1834-1907). Ve dvacátých letech tohoto století dochází k rozkvětu systémových teorií. Začíná se v nich intenzívně rozvíjet aplikace matematických disciplín. Významným přínosem k rozvoji systémové teorie je **Bertalanfyho obecná teorie systémů** (Ludwig von Bertalanfy, teoretický biolog, 1901-1972). V této teorii se pod pojmem systém rozumí odraz objektivní reality. Objektivní realita je zpravidla natolik složitá, že při vytváření jejího odrazu není možno ji beze zbytku popsat. Ani to není účelné. Vždy je nutno abstrahovat od vlastností nepodstatných a zabývat se v závislosti na účelu popisu vlastnostmi podstatnými. Redukce vlastností zobrazované reality nesmí ovlivnit chování systému natolik, aby tento přestal vyjadřovat chování popisované objektivní reality. Je-li například předmětem našeho studia (objektivní realitou) zemědělský podnik, můžeme z hlediska našeho přístupu ke zkoumanému objektu (zemědělskému podniku) vytvářet na tomto objektu jeho odraz z pohledu přírodovědného, technického, ekonomického, sociologického a podobně.

Z hlediska přírodovědného nás mohou zajímat vstupy globálního záření dopadajícího na výměru půdy podniku, produkce sušiny hospodářských produktů plynoucí z této výměry atd.

Z hlediska technického nás může zajímat vybavenost podniku zemědělskou technikou, míra využití jednotlivých strojů v podniku. Může nás zajímat, zda podnik je svými stroji schopen v závislosti na jejich počtech, výkonech a rozsahu prací tyto práce vykonávat v optimálních agrotechnických lhůtách podle pravděpodobnosti výskytu průměrných či méně příznivých situací počasí atd. Na jeden a tentýž podnik, jakožto objekt, se tedy díváme z různých hledisek. V závislosti na tom vybíráme pro jeho studium pro nás důležité objekty a jejich důležité vlastnosti. Tak na jednom objektu můžeme podle různých hledisek zkoumání vytvořit celou řadu systémů jakožto jeho odrazů.

Pod pojmem systém se někdy rozumí výsledek objektivní reality, část prostoru vyplněná hmotnými objekty, mezi nimiž existují určité vztahy. Je tomu tak např. u tzv. termodynamických systémů. Rovněž v hovorové řeči se často používá termín systém ve významu určitého objektu. Mluví se např. o podnikovém systému, dopravním systému, zásobovacím systému apod. Místo termínu systém se často používá termín **soustava**, např. v pojmu číselná soustava, ve fyzice se mluví o soustavě fyzikálních jednotek, v elektrotechnice o energetické soustavě, v medicíně o soustavě trávicí a pohybové, ve vodním hospodářství o soustavě vodních děl, v zemědělství o soustavě zemědělských strojů, atd.

V chápání pojmu systém není mezi odborníky jednota. Z toho důvodu se definice pojmu systém podle autorů liší. BERTALANFY (1956) definoval systém jako komplex prvků nacházejících se ve vzájemné interakci. Podle ASHBYHO (1961) je systém stroj s pevným uspořádáním částí a procesů. MESATOVIČ (1964) definuje systém jako množinu pravdivých výrokových funkcí, jejichž volné proměnné tvoří formální objekty. Podle VLČKA (1969) je systém definován jako konečná množina prvků a množina vazeb mezi nimi s dynamickým účelovým chováním.

Systémy je možné třídit podle různých hledisek. **Podle vztahu k objektům** - abstraktní systém (matematické a logické systémy) nebo reálné systémy (zobrazují reálné objekty). **Podle vazby k okolí** - uzavřený systém (nemá vstup ani výstup vůči okolí), otevřený systém (má alespoň jeden vstup nebo výstup vůči okolí), relativně uzavřený systém (má menší počet vazeb vůči okolí, než je počet vazeb mezi prvky systému). **Podle vztahu k času** - statické systémy (nezávisející na čase), dynamické systémy (mající stav v čase proměnný), stacionární systémy (stav se může měnit bez závislosti na čase). **Podle chování vzhledem k charakteru času** - systémy s chováním nespojitým (hodnoty vstupních veličin se nemění spojitě), systémy s chováním spojitým (hodnoty vstupních veličin se mění spojitě). **Podle chování vzhledem k cílům** - bez cílového chování a s cílovým chováním (systém reaguje tak, aby jeho trajektorie vedla k dosažení předem stanoveného cíle - stavu, struktury nebo chování). **Podle chování vůči**

změnám - neadaptivní systémy a adaptivní systémy (reagují na změny stavů systému a okolí vhodným způsobem). **Podle způsobu chování** - deterministické systémy (chování je určeno jednoznačně jejich stavem a podněty), stochastické systémy (mohou mít při stejném stavu a stejných podnětech více variant chování s určitou pravděpodobností). **Podle složitosti** - jednoduché systémy (mají malý počet prvků a vazeb), složité systémy (větší počet prvků a vazeb), velké systémy (ještě větší počet prvků a vazeb), špatně průhledné nebo neprůhledné systémy (velmi velký počet prvků a vazeb, pro spletité posloupnosti vazeb je orientace v systému nepřehledná). **Podle způsobu odvozování vztahu mezi reakcemi na výstupu a podněty na vstupu** - retrospektivní systémy (z dřívějších reakcí na výstupu se zkoumá vliv podnětů), prospektivní systémy (při stanovených podnětech a daném stavu systému se zkoumá chování systému v budoucnu). **Podle povahy realizace systému** - systémy fyzikální (např. mechanické, regulační), chemické, technické, fyziologické apod.

U otevřených systémů se rozeznávají **podněty a odezvy**. Podnět (impuls) je stav všech proměnných na vstupu v daném okamžiku. Odezva (reakce) je stav všech výstupních proměnných vyvolaný určitým podnětem.

U termodynamických systémů se rozeznávají **systémy izolované** (nemohou s okolím cokoli vyměňovat), **uzavřené** (s okolím mohou vyměňovat pouze energii), **otevřené** (mohou s okolím vyměňovat jak energii, tak hmotu).

Teorie systémů má v současné době velmi široké uplatnění v biologii, medicíně i v zemědělství.

V předložených skriptech je v české literatuře dříve používaný termín **zemědělská soustava** nahrazen termínem **zemědělský systém** nebo **agrosystém**. Tyto termíny jsou chápány v širším smyslu k odpovídajícím ekvivalentům v odborné anglosaské literatuře – **agricultural system** nebo **farming system** (systémy hospodaření na půdě). Vždy jde především o strukturu a způsoby hospodaření, tj. o vzájemný poměr mezi rostlinnou a živočišnou produkcí ve vztahu k využívání zemědělské půdy v krajině.

V původním pojetí se zemědělskou soustavou rozumí způsob hospodaření na půdě, tj. jak zemědělec využíval půdu a přírodní podmínky k vlastní obživě a obživě dané společnosti. Termín systém byl zaveden historicky úrovní poznání přírodních zákonů a jevů. Vytváří formální předpoklady pro snadnější introdukci nových poznatků do agronomických disciplín a pro jejich propojení se základními vědami.

1.5.2 Ekosystémy a agroekosystémy

Zemědělská produkce se uskutečňuje v zemědělsky využívané krajině. Má-li být toto využití pro společnost optimální a setrvalé, je nutné vycházet ze znalostí o požadavcích organizmů na okolní prostředí. Problematikou vzájemných vztahů mezi organizmy a jejich vztahů vůči prostředí se zabývá ekologie (řecky *oikos*- dům a *logos* - slovo, nauka). Agroekologie je součást ekologie, která je zaměřena na vztahy mezi rostlinami, živočichy, mikroorganizmy a obhospodařovanými pozemky a vztahy těchto organizmů v krajině. Studuje vliv agrotechniky na ekosystémy zemědělsky obhospodařované půdy. Provádí analýzu a syntézu zemědělských a ekologických hledisek. Účelem je optimalizovat způsob hospodaření v podniku a v krajině.

Základním pojmem v ekologii je ekosystém. Podle anglického ekologa A. G. Tansleye (1871-1955) zahrnuje tento pojem vzájemné vztahy všech společenstev organizmů spolu s komplexem všech fyzikálních a chemických faktorů, které vytváří prostředí těchto organizmů. Jako synonymum termínu ekosystém je často nesprávně používán termín biocenóza či geobiocenóza (řecky *bios* - život, *géo* - země). Ekosystém je složen jednak z živých organizmů (biotická složka - biocenóza) a jejich okolního prostředí (abiotická složka). Rostlinná část biocenozy představuje tzv. fytocenózu (řecky *fyton* - rostlina), živočišná složka zoocenozu (řecky *zoon* - živočich). Půdní mikrobi tvoří mikrobní cenózu (*cenoza* - společenstvo). Na každý organizmus patřící do ekosystému působí jak abiotická složka prostředí, tak i složka biotická, tj. ostatní živé organizmy ekosystému. Mezi prvky ekosystému jsou tak vytvořeny četné vzájemné vazby. V ekosystému neustále probíhají toky energie, které vedou k vyjádření trofické struktury systému (řecky *trofé* - výživa), jeho biotické rozmanitosti a umožňují koloběh látek v systému.

V ekosystému se nacházejí tyto složky:

- **Anorganické látky** (oxid uhličitý, voda, uhličitany, sírany, aj.).
- **Organické látky vně živých organizmů** (glycidy, tuky, bílkoviny, humusové látky, celulózy, pektiny, lignin, aj.).
- **Fyzikální a chemické faktory prostředí** (teplota, doba a intenzita záření, vlhkost, pH půd, koncentrace látek a další).
- **Producenti, čili autotrofní organizmy** (řecky *autos* - sám, *autotrofní* - sebeživící), které mají schopnost vytvářet organické živiny z jednoduchých látek anorganických (sem patří zejména zelené rostliny).
- **Konzumenti, čili heterotrofní organizmy** (řecky *heteros* - jiný, různý), jsou to zejména živočichové, kteří se živí jinými organizmy (do této skupiny patří i člověk).

- **Reducenti, čili saprofyti** (řecky *sapros* - shnilý), **dekompozitoři (rozkladači)**, jsou organizmy rovněž heterotrofní, kteří ale rozkládají složité organické látky mrtvých organizmů. Produkty rozkladu mohou sloužit k výživě jim samým nebo jiným autotrofním organizmům. Mohou působit též na jiné biotické složky ekosystému stimulačně nebo inhibičně. Do této kategorie patří hlavně mikrobi a houby.

Heterotrofní organizmy je tedy možné dělit do dvou skupin:

1. organizmy živící se jinými organizmy, tzv. **biofágové,**
2. organizmy živící se ústrojnou mrtvou hmotou, tzv. **saprofágové.**

Při studiu ekosystémů je často vhodné tyto systémy rozdělit na jednotlivé subsystémy - půdní subsystém, subsystém vegetace, případně subsystém atmosféry (zejména v uzavřených prostorech - skleníky, pařeniště, fóliovníky). Jevy a procesy probíhající v ekosystémech lze posuzovat z hlediska:

- energetických toků,
- potravních řetězců,
- rozdílnosti procesů probíhajících v čase a prostoru,
- biochemických cyklů,
- vývoje (evoluce) systémů,
- řízení v systému, aj.

Pokud jde o energetické toky, organizmy jsou v přírodě vystaveny neustálému působení radiace, která je tvořena zejména slunečním zářením, dlouhovlnným tepelným zářením, radioaktivním zářením, případně elekromagnetickým zářením o různých vlnových délkách vytvářeným člověkem (rozhlas, televize, radar apod.). Toto záření vstupuje do ekosystému, část energie slunečního záření se v ekosystému transformuje a ukládá v asimilátech produkovaných autotrofními rostlinami ve formě chemické energie. Takto vyprodukovaná organická hmota, včetně energie v ní obsažené, je využita heterotrofními organizmy - býložravci, masožravci, člověkem nebo saprofyty. Na konci řetězu přeměn energie obsažené v tělech mikroorganizmů je energie ve formě tepla, která je vyzářena zpět do vesmíru.

Živá organická hmota a v ní obsažená energie primárních producentů je konzumována posloupností následných heterotrofních organizmů. V této spojitosti se mluví o **potravních řetězcích**. Nejdříve producenty využijí k potravě biožravci. Ty konzumuje heterotrofní organizmus, který se stane kořistí dalšího heterotrofa. Při každém přenosu energie z jednoho stupně řetězce na další stupeň se ztrácí značná část energie (80 až 90 %) ve formě tepla. Počet

článků řetězce je výše uvedenými ztrátami omezen na 4 až 5. Rozeznávají se dva typy potravních řetězců.

Řetězec pastevní začíná zelenými rostlinami a vede přes býložravce (**herbivora**, latinsky *herba* - rostlina, *vorare* - požírat) k masožravcům (**karnivora**, latinsky *caro, carnis* - maso), případně všežravcům (**omnivora**, latinsky *omnis* - všechen).

Druhý řetězec je **detritový** (latinsky *detergere* - opotřebovávati), začíná mrtvou ústrojnou hmotou, odpadem, který není zpočátku rozložen a postupně se z něj stává detritus. Detritus je soubor všech částeček ústrojné hmoty tvořící součást rozkladu mrtvých částí či celých těl organizmů. V prvním stupni tohoto řetězce realizují rozklad půdní bakterie, aktinomycety a houby, na ně navazují v dalších stupních organizmy půdního edafonu. Organizmy živící se detritem se nazývají detritivora, detritivorové a detritifágové. Ty jsou dále konzumovány půdními predátory (latinsky *predátor* - kořistník). Do detritu se dále postupně dostávají mrtvá těla primárních producentů, ale také heterotrofů z pastevního řetězce, jejich výkaly a organický odpad produkovaný civilizací. Tak je detritový řetězec propojený s řetězcem pastevním.

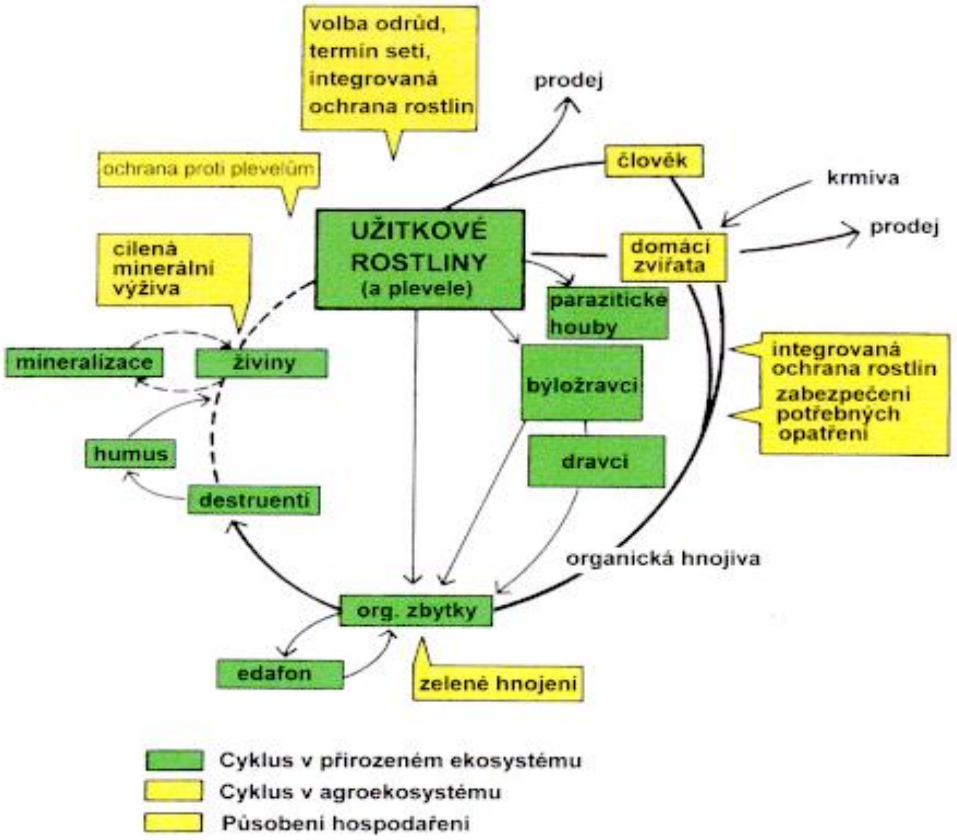
Ekosystémy jsou charakterizovány výměnou hmot a energií mezi jejich složkami a mezi nimi a okolím. Vyznačují se různým stupněm autoregulace, schopností autoreprodukce a evoluce. Mají možnost se regulovat a udržovat se v rovnovážném stavu (podobně jako populace, organizmy i živé buňky). Dynamickou rovnováhu udržují pomocí regulací a řízení na různých úrovních. Mohou reagovat na změny vnějšího prostředí, případně přizpůsobit se četným vlastním aktivitám systému. K označení stability některých dynamických veličin se používá termín **homeostáze** (z řeckého *homoios* - stejný, *stasis*- stav). Vzájemné vztahy mezi organizmy tvoří v ekosystému složitou síť ovládanou **principem zpětné vazby.**

Přirozený ekosystém je systém neovlivněný činností člověka, umělý ekosystém je vytvořený člověkem. V současné době lze málokterý systém na zemi považovat za čistě přirozený. Činnost člověka je do ekosystémů promítnuta v různém stupni. Nejrozsáhlejším ekosystémem na Zemi je její celá biosféra. Ekosystém je ale také konkrétní rybník, jezero, tropický les, listnatý či jehličnatý les, rašeliniště, louka, ale také město či továrna, městský park - pokud jsou v tomto systému zahrnuty všechny žijící organizmy včetně člověka a abiotické prostředí ve vzájemných vztazích. Ekosystémy jsou samozřejmě také zemědělsky využívané plochy (konkrétní pole, louky, pastviny, chmelnice, vinice, sady, skleníky, pařeniště, fóliovníky), které se nazývají **agroekosystémy**. Čistě umělý systém je například oživený prostor akvária nebo laboratorní kultura mikroorganizmů.

Obrázek 9 schematicky znázorňuje přirozený ekosystém (šedá políčka), který sestává z uzavřeného samoregulačního cyklu: rostliny - živočichové - detrit (organické zbytky) - mineralizace - rostliny (jako začínající a také uzavírající článek). Rozšíření ekosystému na agroekosystém je znázorněno žlutými políčky, která ukazují zásahy člověka zemědělskou činností do přirozeného cyklu. V rozšířeném cyklu je člověk řídícím elementem. Zemědělec má prostřednictvím utváření způsobu hospodaření řadu možností působení na utváření agroekosystému. Na rozdíl od uzavřených přirozených systémů jsou agroekosystémy otevřené. Je to způsobeno prodejem zemědělských produktů (rostlinných i živočišných) na jedné straně a nákupem hnojiv, krmiv, strojů, energie a jiných vstupů na straně druhé. Vyváženost vstupů a výstupů je proto důležitým kritériem optimalizace struktury agroekosystému v krajině setrvalosti daného způsobu hospodaření.

Vyčleněním zemědělské půdy v daném území vznikla zemědělská krajina se složitou agrobiocenozou (společenstva kulturních a plevelných rostlin, společenstva živočichů a mikroorganizmů, to vše na zemědělské půdě ve vzájemných vztazích). Tyto agroekosystémy jsou součástí regionálních územních systémů a biosféry vůbec.

Zemědělství spolu s lesnictvím obhospodařuje 87,6 % území našeho státu (Tab. 7). Je proto důležité, jakým způsobem se na zemědělské půdě hospodaří a jaké agroekosytémy jsou vytvářeny (zemědělská půda tvoří 54,3 % území republiky a lesní půda 33,3 %).



Obrázek 9: Ekosystém a jeho rozšíření na agroekosystém hospodařením

Tabulka 7: Statistické údaje o zemědělské a lesní půdě v České republice (Statistická ročenka ČR, 2014) - tis. ha.

Ukazatel	1989	2005	2013
Celková výměra	7 887	7887	7887
Zemědělská půda,	4 296	4259	4220
z toho: orná půda	3 232	3046	2987
chmelnice	11	11	10
vinice	16	19	20
ovocné sady	51	47	46
zahrady	158	162	163
louky	572	974[2)]	994[2)]
pastviny	256		
Nezemědělská půda,	3 591	3627	3667
z toho: lesní půda [1)]	2 629	2647	2664
rybníky	51	161[3)]	164[3)]

1) včetně proutníků a větrolamů, 2) trvalé travní porosty (TTP), 3) vodní plochy

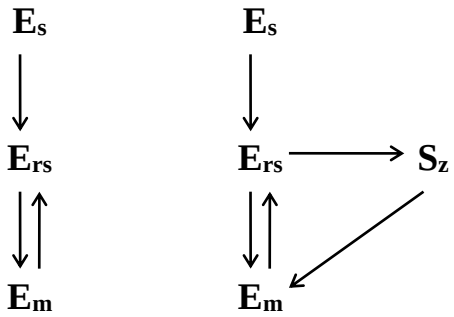
1.5.3 Zemědělské systémy

Se vznikem pravidelného zemědělství v krajině vznikají postupně **umělé ekosystémy**, zvláště pak agrosystémy na orných půdách, kde se člověk-zemědělec snaží pěstovat především

ty druhy rostlin, které mu skýtají užitek bezprostředně bez ohledu na stabilitu daného agroekosystému. Tím je řečeno, že zemědělec již z počátku porušoval přirozené ekosystémy, tj. vztahy v bioenergetické soustavě a byl k tomu také okolnostmi donucen.

Ze začátku nezasahovala do primitivních agroekosystémů hospodářská zvířata. Chovalo se jich podstatně méně než dnes a spíše byla vázána na půdu v okolí usedlosti zemědělců (zahrádky, záhumenice, návsi). Úrodnost půdy byla tedy zajišťována spíše dlouhodobými úhory než hnojením statkovými hnojivy. Dlouhodobé úhory (přílohy) vyrovnávaly porušené bioenergetické vztahy. Přirozený rozklad půdotvorného substrátu byl urychlován procesem mineralizace zaoraného „drnu“ víceletého úhoru.

KUDRNA (1979) uvádí, že zemědělský systém (zemědělská soustava) tvořený třemi základními články (podsystémy), tj. **pěstovanými rostlinami, chovanými hospodářskými zvířaty a zemědělskou půdou**, musí respektovat zákonitosti daného krajinného prostoru a musí mít svoji objektivní strukturu a potřebnou stabilitu. Výše uvedené podsystémy mají funkci transformační a bioenergetickou. Vazby mezi podsystémy v zemědělském systému lze vyjádřit následujícím schématem:



Vysvětlivky: E_s - energie slunečního záření, E_{rs} - energie rostlinných společenstev na půdě, S_z - suma zvířat (zvláště počet dobytčích jednotek skotu), E_m - energie mikrobních společenstev v půdě

V rostlinných společenstvech se kinetická energie slunečního záření transformuje v energii potenciální, tj. na organickou, glycido-bílkovinnou hmotu. V podsystému hospodářských zvířat se tato hmota transformuje (po určitých energetických ztrátách) na živočišné bílkoviny. Zbytky (exkrementy) se vracejí zpět do půdy jako uhlíkaté prekurzory humusu. Vracejí se i základní živiny, zvláště N, K, Ca, P a jiné. Mikrobní společenstva v půdě přeměňují organické látky rostlin, ale i organické zbytky z podsystému hospodářských zvířat na přijatelné rostlinné živiny a zvláště pak na energii vysokomolekulárních sloučenin humusu v oraganominerálním komplexu půdy. Tím je dokončen cyklický oběh uhlíku.

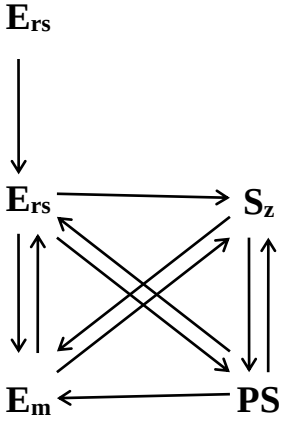
Mezi uvedenými podsystémy fungují následující vazby:

- Kompenzační vazba mezi rostlinnými společenstvy (E_{rs}) a mikrobními společenstvy (E_m).
- Cyklická kompenzační vazba mezi rostlinnými společenstvy (E_{rs}), hospodářskými zvířaty (S_z) a mikrobními společenstvy (E_m).

Ve všech zemědělských systémech jde v podstatě o přenos a transformaci energie. V těchto transformačních procesech má rozhodující postavení uhlík. V podsystému rostlinných společenstev se na aktivním povrchu chloroplastů zachycuje energie slunečního záření a složitými energetickými procesy na membránách buněk je transformována na molekuly organické hmoty. V podsystému hospodářských zvířat jsou to polygastrická zvířata, která na aktivních površích svých žaludků tuto organickou hmotu rovněž rozkládají a transformují. Podsystém mikróbních společenstev v půdě resyntézuje veškerou uhlíkatou půdní hmotu na vysokomolekulární humus, který je základem pro další, nový cyklus činnosti rostlinných společenstev a celého zemědělského systému.

Základní funkce zemědělského systému, tj. zemědělská produkce a zajištění výživy lidu dané oblasti (regionu, státu) je na rozdíl od většiny ostatních odvětví národního hospodářství založena na biologickém principu, tj. na rozmnožovací schopnosti rostlin a živočichů, ale i na nezastupitelné funkci půdy. K tomu přistupuje i sezónnost zemědělské produkce v naší zeměpisné šířce a bezprostřední závislost na rozdělení dešťových srážek a teploty vzduchu během vegetace v jednotlivých letech, což je faktor, jehož proměnlivost se v posledních letech se změnou klimatu zvyšuje.

Spojením zemědělského systému s průmyslem vzniká tzv. **zemědělsko-průmyslový systém** s příslušnými vazbami podle schématu (KUDRNA, 1979):



Vysvětlivky: E_s - energie slunečního záření, E_{rs} - energie rostlinných společenstev, E_m - mikrobní společenstva půdy, S_z - množství (počet) zvířat, PS - systém průmyslu

Zemědělsko-průmyslový systém je z hlediska charakteru akumulace a transformace hmoty heterogenním systémem. Průmyslová složka v něm má regulační charakter.

Stabilita zemědělsko-průmyslového systému klesá tím více, čím stoupá intenzita produkce a export biomasy vyprodukované v zemědělském podniku. Proto se v současných zemědělsko-průmyslových systémech požadovaná produkce a její stabilita musí udržovat přívodem dodatkové energie v agrochemikáliích, pohonných hmotách, elektrické energii, strojních systémech, stavbách atp.

Současné systémy se značně vzdálily od uzavřených agroekosystémů typických pro dřívější malovýrobní systémy hospodaření. Zúžení struktury pěstovaných plodin, chemizace a mechanizace ovlivnily celý systém hospodaření na půdě a vyvolaly řadu změn především v půdním i v celém životním prostředí. Ty změny se stávají bariérou pro další zvyšování výnosů i kvality produkce.

1.5.4 Konzervativní, progresívní a reliktové prvky produkčního území

Zemědělský systém se realizuje v krajinném prostoru. Člověk se od samého počátku snažil (byť empiricky) poznávat **krajinný prostor** (analyzovat produkční území) a později přizpůsobovat hospodaření přírodním podmínkám a tím vlastně vytvářel jeho strukturu.

Produkční území je charakteristické určitou geografickou, geomorfologickou a také klimatickou zonalitou. Strukturu produkčního území určují podle VERNADSKÉHO (1935) tři základní skupiny prvků - **konzervativní, progresivní** (měnlivé) a **reliktové.**

Produkční území lze definovat jako část biosféry, hydrosféry a litosféry, jež má charakteristickou strukturu, určenou vzájemnými vazbami konzervativních, progresívních a reliktových prvků specifických do té míry, že ji odlišují od struktur jiných. Produkční území se vyvíjí v závislosti na změnách výnosů polních plodin (změnách množství organické hmoty) v nichž je akumulována sluneční energie, která dále ovlivňuje mnoho geochemických reakcí. Se změnou energetické úrovně produkčního území se mění také půdy a procesy zvětrávání geologicko-petrografického substrátu.

Konzervativní prvky

Konzervativní prvky dávají struktuře produkčního území kvalitativní určitost. V krajinném prostoru se nejméně mění. Jejich změna vyžaduje velký vklad práce i energie a proto determinují strukturu zemědělského systému. Jsou to:

- geologicko-petrografický substrát půd,
- geomorfologie (reliéf) území,
- nadmořská výška.

S nadmořskou výškou se mění vlastnosti hornin, jež rozhodujícím způsobem určují kvalitu půdy. S rostoucí nadmořskou výškou se zpravidla zhoršuje agronomická kvalita půd, jako reliktu, v důsledku zhoršování sorpční schopnosti jílových minerálů. Proto je ve vyšších polohách potřeba většího množství aktivních povrchů organického původu, než v aluviích a v nížinách. S nadmořskou výškou obecně roste potřeba aktivních povrchů, jako výraz zhoršující

se kvality geologicko-petrografického substrátu. Proto struktura zemědělského systému musí být volena tak, aby nedostatek aktivních povrchů minerálního původu byl vyrovnáván aktivními povrchy organického původu. Jejich sorpční kapacita je přitom několikanásobně vyšší než sorpční kapacita jílových minerálů.

Aktivní povrchy organického původu jsou především vysokomolekulární huminové kyseliny, jež se uvolňují z uhlíkatých prekurzorů humusu. Jejich zásoba v půdě je odvislá od poměru těch plodin, které tyto uhlíkaté látky do půdy vnášejí a plodin, jež po sobě tyto látky nezachovávají, anebo u nichž jsou v důsledku technologie zpracování půdy mineralizovány.

V historickém vývoji zemědělství člověk konzervativní prvky krajinného prostoru akceptoval a strukturu zemědělských systémů jim přizpůsoboval. V závislosti na nadmořské výšce se zastoupení pícnin jako zdrojů uhlíkatých prekurzorů humusu postupně mění s ohledem na kvalitu geologicko-petrografického substrátu a tím také půd.

V nejníže položených oblastech aluviálních sedimentů, kde výrazně převládají jílové sedimenty s vysokou sorpční kapacitou, je poměrně velký podíl jednoletých pícnin. Se zvyšováním nadmořské výšky klesá plocha a zvyšuje se různorodost jednoletých pícnin a zvyšuje se podíl víceletých pícnin (jetelovin) na orné půdě. Od nížin postupně do středních a vyšších poloh se postupně mění jejich druhová skladba přibližně v tomto pořadí - vojtěška setá, jetel luční (červený) a jetelotrávy. S narůstající nadmořskou výškou se postupně jako zdroje uhlíkatých hmot v zemědělském systému více uplatňují trvalé luční a pastevní porosty.

Progresivní prvky

Progresivní prvky produkčního území jsou nejméně stabilní. Jejich úloha spočívá v neustálém působení na prvky konzervativní. Jsou to:

- klimatické a meteorologické podmínky,
- rostlinná a živočišná společenstva,
- mikrobní společenstva,
- práce člověka, vklady energie apod.

Za určitých okolností se progresívní prvky mohou stát do značné míry konzervativní (např. suché oblasti jsou charakteristické malým množstvím srážek a vysokými teplotami). Trvale působícím poměrům se v těchto oblastech přizpůsobil veškerý život. Stupeň stálosti progresívních prvků je však podstatně nižší než u typických prvků konzervativních.

Klimatické a meteorologické podmínky mají určující vliv na růst a vývoj pěstovaných plodin. Množství tepla a rozložení teploty v průběhu celého roku, zvláště ve vegetačním období a stejně také množství a rozdělení srážek, charakterizují produkční území zemědělského

systému, neboť rozhodujícím způsobem ovlivňují produkci fytomasy. Proto má pro praktické zemědělství velký význam znalost informací o klimatických a meteorologických faktorech. Údaje o průběhu srážek a teplot na daném produkčním území mohou sloužit ke:

- stanovení účinku klimatických faktorů na vodní bilanci území a jejich využitelnost pro tvorbu organické hmoty,
- stanovení hydrologických charakteristik povrchového odtoku v produkčním území,
- stanovení podmínek pro zvyšování výnosů pěstovaných plodin.

Reliktové prvky

Reliktové prvky vznikly jako výsledek působení progresivních prvků na prvky konzervativní. Typickým představitelem reliktových prvků je půda. Vznikla přeměnou geologicko-petrografického substrátu působením faktorů klimatu, rostlin a vkladů práce. Podobně i změna rostlinných společenstev je reliktovým prvkem. Reliktové prvky charakterizují stávající stav produkčního území.

Půdu lze definovat jako přírodně-historický útvar, který vzniká a vyvíjí se z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků působením více půdotvorných faktorů a poskytuje životní podmínky pro organizmy, které v něm žijí.

Ve druhé polovině minulého století byly zemědělsky využívané půdy v České republice hodnoceny v rámci **Komplexního průzkumu půd ČSSR** a následné **Bonitace půdního fondu ČSSR**. Výsledkem je vcelku dobrý přehled o kvalitě našich půd. Navazující práce vedly k seskupení půd do tzv. **bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ)**, které daly podklad k sestavení tzv. **typových struktur plodin** pro charakteristické přírodní podmínky.

1.6 Vývoj zemědělských systémů

O zemědělských systémech (hospodářských soustavách, zemědělských soustavách, soustavách hospodaření, agroekosystémech) je možno hovořit od doby trvalého osídlení a pravidelného zemědělství. V historii vývoje zemědělských systémů lze nalézt poučení pro dnešek, neboť vždy šlo o porušení ekosystémů zemědělskou činností. Historie zemědělských systémů je současně historií osevních postupů, způsobů zpracování půdy, regulace zaplevelení polí ale i dalších oborů zemědělských činností.

Vývoj zemědělských systémů je nepřetržitým procesem a souvisí s vývojem lidské společnosti. Zemědělské systémy se utvářely tak, jak to odpovídalo potřebám dané společensko-ekonomické formace. Rozhodující silou bylo rostoucí osídlení, hustota

obyvatelstva a jeho koncentrace. V důsledku toho vzrůstaly nároky na spotřebu potravin a průmyslových surovin, získaných v zemědělství. V počátcích zemědělské produkce byla půda využívána bez ohledu na její úrodnost, jež se rychle snižovala. Teprve později zemědělské systémy vytvářely vhodné podmínky pro udržování a zvyšování úrodnosti půdy, zvláště zajišťováním proporcí mezi rostlinnou a živočišnou produkcí. Bohužel snižování stavu hospodářských zvířat (rozměru živočišné produkce) po změnách v roce 1989 má proto nepříznivé dopady i na půdní úrodnost.

1.6.1 Primitivní zemědělské systémy

Jde především o tvořící se zemědělské systémy, které byly historicky nazvány podle klimaxových rostlinných společenstev daných ekosystémů. Jakmile se člověk po určitou dobu usídlil na jednom stanovišti, získal půdu v lesostepních oblastech vyklučením lesa, ve stepních oblastech ničením přirozeného porostu, příp. v kombinaci se žďářením. Proto se tyto systémy někdy též nazývají žďárové. Na takto získané poměrně malé ploše půdy byly pěstovány některé divoké traviny, předchůdci dnešních obilnin. Půda byla obdělávána pomocí primitivního nářadí, motykami apod. Teprve značně později byla půda prokypřována háky, dřevěnými pluhy, dřevěnými branami. Způsob a rozsah tohoto způsobu hospodaření na půdě do značné míry souvisí s rodovým zřízením. Na územích s trvalými travními porosty se tak vytvářely tzv. **stepní systémy**, v zalesněném krajinném prostoru **žďárové systémy** a **náplavové systémy** v povodí velkých řek (zvláště v oblasti monzunových dešťů).

1.6.2 Úhorové systémy

Systémy, které nějakým způsobem využívaly na našem území úhoru, lze rozdělit následovně:

Systémy dlouhodobých úhorů

V našich podmínkách jde především o **systém přílohový**, který podle LOMA (1977) na našem území trval od doby prvobytně pospolné (4 tis. před n.l.) až do druhé poloviny prvního tisíciletí n.l. Jeho vznik souvisí s prvními počátky zemědělské produkce, tj. s kočovným způsobem života a lovem. Do systému dlouhodobých úhorů patřily i tzv. **původní travopolní systémy**, které vznikaly v oblastech s vyšším množstvím dešťových srážek tak, že půda ponechaná ladem po pěstování obilnin rychle zarůstala trávou.

Přílohem se rozumí pozemek dříve obdělávaný, který pro svoji nízkou úrodnost (špatné zpracování, žádné hnojení, jednostranné využití) byl ponechán jistou dobu ladem, s cílem

obnovy úrodnosti půdy po obilních sledech (velmi kladný vliv měl i na odplevelení pozemků od jednoletých a vytrvalých plevelů, zvláště pýru plazivého).

Charakteristickým rysem přílohového systému byla společná majetková podstata a společná práce. Jeho vznik a vývoj souvisí se zvyšováním počtu obyvatelstva, s usedlejším způsobem života a také v některých oblastech s omezenou možností dalšího rychlého rozšiřování půdy pro extenzivní polní výrobu (tzv. záloh). Pod pojmem **zálohové pozemky** se rozumí plochy panenské půdy, vhodné pro polní obhospodařování. Ve využití pozemků v době přílohové soustavy se střídala dvě období: polní období (využití převážně k pěstování obilnin) a přílohové období (půda ležela ladem).

Délku jednotlivých období určovaly mnohé okolnosti, jako je složení půdy, obsah humusu, stupeň rozvoje plevelů apod. Polní období v našich oblastech zpravidla nepřesáhlo dobu 4 let. Přílohové období bylo delší. V konkrétních podmínkách byla jeho délka ovlivňována zvláště zpracovatelností půdy na daném stanovišti a obvykle nepřesáhla 20 roků. Příloh byl vlastně přechodem mezi polem a stepí.

Pozemky ponechané ladem (přílohy) obnovovaly v době odpočinku do jisté míry svoji úrodnost; zarůstaly postupně pleveli, travami, příp. i planě rostoucími bobovitými rostlinami. Půda byla obohacována organickými látkami, humusem a živinami, čímž se obnovovala její struktura a celkově též i úrodnost, tj. samovolným procesem, bez záměrné činnosti člověka.

P.A. Kostyčev (1845-1895), který se mj. zabýval problematikou ztráty a obnovou úrodnosti půdy, rozdělil proces její obnovy v přílohovém období do pěti stadií:

1. Stadium zaplevelení, trvající 1-4 roky.
2. Stadium pýrové, trvající 5 - 7 roků. Stádia 1. a 2. plní přípravnou funkci pro zlepšování fyzikálního stavu půdy.
3. Stadium řídce trsnatých trav - stadium tvorby struktury, trvá 10-15 roků. Řídce trsnaté trávy vytvářejí svými kořeny trvanlivou drobtovitou strukturu. V tomto stádiu se pozemek svým charakterem mění v pastvinu.
4. Stadium hustě trsnatých trav - stadium hnojení.
5. Stadium stepní, trvající různě dlouhou dobu, kdy pozemek byl po zlepšení stavu úrodnosti přibrán zpět k pěstování obilnin (polní období). Toto stadium svým charakterem a délkou trvání nemá vliv na strukturu půdy.

Ze zásad Kostyčevovy **teorie obnovy půdní úrodnosti úhoru** vycházel **V. R. Viljams** (1863-1939, tvůrce tzv. travopolní soustavy zemědělství). Poukázal na možnost podstatného zkrácení přílohu v rámci travopolních osevních postupů. Základní teze, z nichž vycházel v travopolní soustavě lze shrnout tak, že stadium tvorby půdní struktury je možno nahradit

výsevem víceletých travin a stadium hustě trsnatých trav hnojením půdy. Proces obnovy struktury půdy lze zkrátit z původních 15-25 let na pouhé 2-3 roky. Účinek víceletých travin je možné ještě zvyšovat pěstováním jetelotravních směsí.

Přílohový systém neznal využití půdy osevními postupy. Dříve výhradně pěstované traviny (obilniny) byly později rozšířeny o některé jiné plodiny (podle geografických a jiných podmínek). Jenom na menších plochách, nejčastěji ohrazených, při sídlištích byly pěstovány luskoviny, len, konopí a zelenina. Celkově však byla zemědělská produkce na nízké úrovni, bez rozvinuté živočišné produkce. Přílohový systém se vyznačoval chovem nízkých stavů skotu a jeho pastvou. Ve způsobu hospodaření nebylo výrazněji využito živočišné produkce ke zlepšení úrodnosti půdy.

Na počátku vývoje přílohového systému zaujímala orná půda pouze malou část veškeré půdy a obnova půdní úrodnosti probíhala poměrně dosti rychle. S postupným rozšiřujícím se počtem obyvatelstva se přílohová perioda zkracovala. Zkracováním přílohu z původních několika desítek let na dobu jednoho až několika roků se postupně vyvinul tzv. **systém krátkodobých úhorů** nazývaný rovněž pouze **úhorový systém.**

Systémy krátkodobých úhorů

Zvýšení počtu obyvatelstva, dokonalejší nářadí k obdělávání půdy, změny ve způsobu výroby a také nedostatek panenské půdy, byly základními hybnými pákami za vyšší výrobnost polí. Jejich lepší využití bylo ovlivněno celkově stoupajícími nároky na zemědělskou produkci. Docházelo též k rozvoji chovu dobytka. Přílohový systém se postupně měnil v **úhorový**, při kterém se doba úhoru zkrátila na jeden až dva roky. Tento krátkodobý příloh se nazývá **úhorový hon,** či **úhor**. K obnově půdní úrodnosti nedocházelo už jen samovolným rozkladem půdotvorného substrátu v půdě a přirozenou funkcí bioenergetické soustavy, ale lepším zpracováním půdy železnými oradly, lepším využitím potahů a hnojením.

Úhorový systém je spjat s rozpadem rodového zřízení a se vznikem feudalismu. V našich oblastech se postupně rozvíjel od poloviny prvního tisíciletí n.l. a všeobecně byl rozšířen koncem 10. století. Trval do druhé poloviny 18. století a v rolnických usedlostech až do počátků kapitalismu.

Při delším trvání přílohu (15 i více let) se na něm pěstovalo obilí zpravidla 4 - 6 let. Po zkrácení přílohu (úhor) na 1-2 roky se mohlo na témže pozemku pěstovat obilí po kratší dobu, zpravidla 1-2 roky. Tak se postupně vytvořily dvojhonné a trojhonné osevní sledy, čili tzv. **trojpolní systém**. Pro naše země byl typickým úhorovým systémem pozdějšího feudalismu tzv. trojhonný systém, ve kterém byly katastry obcí (pozemky feudála a drobná držba) rozděleny na tři strany: 1. úhor, 2. ozim, 3. jař. Základním problémem v tomto systému s

neobdělávaným úhorem bylo zaplevelení vytrvalými pleveli, zvláště pýrem plazivým. Při samovolném obrůstání půdy po sklizni jarních obilnin kulminovalo v sukcesi na úhoru tzv. **pýrové stádium**, které přetrvávalo do dalších let.

V úhorovém trojhonném osevním sledu se pěstovaly převážně obilniny, které půdu méně vyčerpávají, po jednoletém úhoru často 1-3 krát za sebou. Proto se v některých literárních pramenech tyto systémy nazývají obilnářské. Ostatní plodiny (vodnice, zelí, hrách, krmná řepa, tuřín a zelenina) zaujímaly většinou jen malé plochy a pěstovaly se převážně v okolí bydliště. Brambory, cukrová řepa, kukuřice se u nás začaly pěstovat až v 19. století.

Při původním starém trojhonném hospodaření se úhor využíval nejčastěji půl roku na pastvu dobytka jako tzv. **pastevní úhor** a ve druhé polovině léta se obdělával pro setbu ozimů. V této podobě vlastně nastává aspoň náznak účelně řízeného koloběhu látek v zemědělství (úhor poskytuje málo vydatnou a většinou nekvalitní pastvu a je při jejím spásání mimoděk též hnojen).

Úhorový systém hospodaření došel největšího rozvoje ve feudálním řádu. Feudál potřeboval k vedení zemědělské výroby dostatek pracovníků, proto omezoval pohyb obyvatelstva. Feudální využívání vedlo k postupnému vyčerpávání půdy a ke zhoršení její úrodnosti. Oproti přílohovému systému znamenal úhorový systém určitý pokrok. Řešil otázku hubení plevelů a snížení potřeby pracovních sil. Z hlediska úrodnosti půdy však neplnil dostatečně svoji úlohu.

Příčinu snižování půdní úrodnosti v úhorovém systému lze vidět v tom, že celkové využití a zpracování půdy vedlo ke snižování obsahu humusu a přijatelných živin v půdě. Orná půda byla rozšiřována na úkor luk a pastvin. Tím se však dále prohluboval nesoulad mezi rostlinou a živočišnou výrobou. To vše mělo nepříznivý vliv na harmonii všech základních faktorů, důležitých pro racionální způsoby zemědělské produkce.

Úhorový (trojpolní) systém hospodaření se udržoval v našich podmínkách v hrubých rysech do poloviny 19. století. Postupně se začínaly místo úhoru více rozšiřovat nové plodiny, nejdříve jetel, vojtěška, vičenec a koncem 18. stol. také okopaniny. Jetel luční postupně omezoval úhor, lépe zabezpečoval domácí zvířectvo po celou dobu roku, lépe a rychleji zlepšoval úrodnost půdy a dal podnět ke zlepšení konstrukce orného a ostatního polního nářadí. Postupně se tedy vytvořily zlepšené formy původního trojhonného hospodaření, jejichž charakteristickým znakem však bylo velké zastoupení obilnin. Postupně tak byl zcela odstraněn úhor a s ním zanikl i trojpolní systém.

V některých zemích, zejména v suchých oblastech, se dosud úhor používá jako agrotechnické opatření, které má dvojí funkci – regulaci plevelů a omezení negativního vlivu

sucha. V obou případech je úhor potřebným agrotechnickým opatřením. Takto využívaný úhor je třeba rozlišovat od úhorového systému jako jedné z historických etap hospodaření na půdě.

1.6.3 Systém střídání plodin

V období přechodu manufakturního způsobu výroby v průmyslovou výrobu v některých zemích, spolu s rychlým růstem počtu obyvatelstva a jeho větší koncentrací ve městech, se postupně prohluboval nesoulad mezi výsledky zemědělské produkce a zvýšenou spotřebou, či poptávkou po zemědělských produktech. Zvýšily se nároky na množství i na skladbu zemědělských produktů, včetně živočišných. Trojpolní systém nemohl zabezpečit zvýšenou produkci zemědělských výrobků. Záhy, v období rozvoje raného kapitalismu, byl proto vystřídán **systémem střídání plodin**, který vychází z předpokladu individuálního podnikání. Trojhonný způsob hospodaření také neumožňoval podstatné rozšíření nových plodin, o jejichž pěstování měl zájem bouřlivě se rozvíjející průmysl. Rozvoj výrobních sil (uplatněním vynálezů a vědeckých poznatků té doby) nastal i v zemědělství. Příkladem je vynález ruchadla bratranců Veverkových (1827), používání parních strojů v zemědělství (od r. 1856), používání průmyslových hnojiv, zavádění nových plodin (brambory, cukrovka, jetel luční apod.)

V některých pracích se systém střídání plodin též nazývá **systém pravých osevních postupů**. Vznikl s nástupem kapitalismu od druhé poloviny 18. století v západní Evropě, (zvláště v Belgii) empirickým zařazováním nových plodin do úhorového honu a vsunutím okopanin nebo i luskovin mezi dvě po sobě jdoucí obilniny v trojhonném systému. Charakteristickou podobu dostal v Anglii, kde v hrabství Norfolk zavedl Artur Young norfolkský osevní postup. Koncem 18. stol. byl v Anglii tento norfolkský čtyřhonný osevní postup dosti rozšířen. **Norfolkský** a také **Kentský osevní postup** byly základem všech dalších nesčetných variant střídavého hospodaření. Hlavní uplatnění na našem území nastalo až **po zrušení nevolnictví (1781)** a po **zrušení roboty (1848).**

Norfolkský osevní postup: 1. jetel luční, 2. ozim (pšenice, příp. žito), 3. okopanina (hnojená animálně), 4. jařina (ječmen, příp. oves) - do jařiny se podséval jetel. **Kentský osevní postup:**1. jetel luční, 2. ozim, 3. luskovina, 4. jařina.

V tomto čtyřhonném střídavém osevním postupu jetel luční nahradil úhor. Jetel luční, někde jetelotráva, lépe zabezpečovaly zlepšování půdní úrodnosti svými specifickými účinky na půdu a dále poskytovaly podstatnou část kvalitní objemné píce. Zařazení hnojem hnojených okopanin a jetele, s mnohostrannými příznivými účinky na půdní úrodnost celkově zlepšilo využití půdy. Střídavý osevní postup byl základem pro zabezpečení vyššího objemu rostlinných

produktů a zpestření jejich druhové skladby. Tím, že výrazně zlepšil krmivovou základnu, umožnil rozvoj živočišné produkce, zejména chov skotu a přechod ke stájovému krmení. Tím bylo možné počítat s produkcí chlévského hnoje a s jeho využitím k pravidelnému hnojení okopanin.

Čtyřhonný střídavý osevní postup byl rozšiřován na pětihonný až sedmihonný, příp. na tzv. zdvojený norfolk (osmihonný), zvláště pro nesnášenlivost jetele při jeho častém pěstování po sobě.

Počáteční období systému střídání plodin bylo teoreticky značně ovlivněno **Thaerovou humusovou teorií. Albrecht Thaer** (1752-1828, německý zemědělský reformátor, původně lékař) dokazoval na základě prací chemika prof. J. G. Waleriuse, že **hlavní výživou rostlin je půdní humus, zatímco minerální složky působí jen jako rozpouštědla**.

Humusová teorie výživy rostlin svojí autoritou přežila první polovinu 19. století. Byla podporována některými slavnými chemiky a fyziky své doby (*H. Davy, 1778-1829; J.L. Gay-Lussac, 1778-1850*), kteří neuznávali revoluční objevy některých předchůdců a současníků (*A. L. Lavoisie,1743-1794; J. Senebier,1742-1809; Th. de Asusaur, Ch. Sprengel, 1750-1816, aj.*) o minerální teorii výživy rostlin, jejímž představitelem byl **Justus von Liebig**.

Základní téze humusové teorie výživy rostlin lze stručně vyjádřit takto: *humus je základem úrodnosti půdy, kromě vody je jedinou látkou v půdě, která může být rostlinnou živinou*. Na této teorii byla založena nauka o čerpání a obnově úrodnosti půdy v osevním postupu. Rostliny byly tříděny do skupin podle množství humusu, který z půdy odvádějí a kolik humusu v půdě zanechají:

- rostliny silně snižující úrodnost půdy (plodiny, které se pěstují na zrno např. obilniny a některé technické plodiny),
- rostliny zlepšující úrodnost půdy (luskoviny, pícniny, okopaniny a některé olejniny).

Základní principy vycházely ze zásady střídání plodin úrodnost půdy vyčerpávajících s plodinami úrodnost půdy obnovujícími (podle úbytku a přísunu humusu) a lze je shrnout následovně:

- v osevním postupu nemá být pěstováno více jak 50 % obilnin,
- v osevním postupu musí být zařazeny pícniny a okopaniny,
- obilniny se nemají pěstovat po sobě.

I když z hlediska správného pojetí výživy rostlin tato teorie vychází z chybných představ, je třeba vidět její přínos ve vytvoření koncepce řádného hospodaření na půdě (osevní postup, zpracování půdy) a zdůraznění významu organické hmoty v půdě.

Druhé období soustavy střídání plodin bylo ovlivněno minerální teorií, jejímž tvůrcem byl **Justus von Liebig** (1803 - 1873). Roku 1840 vydal publikaci „Organická chemie a její upotřebení v zemědělství a fyziologii“. Tato publikace je v podstatě ostrou kritikou humusové teorie Thaerovy a znamená její pád. Liebig zde definitivně vyvrátil všechny omyly humusové teorie.

Myšlenky minerální výživy rostlin rozvinuté ve výše uvedené Liebigově publikaci nebyly nové. V podstatě byly už zcela jasně formulovány jeho předchůdci, zejména Ch. Sprengelem. Liebig však dovedl zásady minerální výživy rostlin zevšeobecnit z hlediska celkového koloběhu hmoty v přírodě a převádět je do zemědělské praxe.

Hlavní teze Liebigovy minerální teorie, zdůrazňují především asimilaci vzdušného uhlíku, jehož mají rostliny nevyčerpatelnou zásobu v atmosferickém CO_2, vychází z předpokladu, že veškeré rostlinami využité živiny se mají ve stejném objemu vrátit zpět do půdy. Význam humusu spatřoval pouze v tom, že regeneruje CO_2 do atmosféry. Kromě toho půdní kyselina uhličitá rozpouští alkalické látky a zvyšuje zásobu minerálních solí v půdě. Alkalické látky potřebují rostliny k neutralizaci kyselin, vznikajících biologickými pochody. Fosfáty jsou důležité pro tvorbu semen. Vodík a kyslík přijímají rostliny z vody, dusík z amoniaku, který přichází do půdy z hnojiv, nebo též částečně ze vzduchu. I když nejdříve uznával i potřebu dusíkatého hnojení, později tvrdil, že stačí hnojit fosfáty a sulfáty, kdežto u dusíku předpokládal jeho asimilaci. Amoniak pokládal za jediný zdroj dusíku pro rostliny. Nedocenil v té době známé pokusy Boussingualtovy (1802-1882), ani význam půdních nitrifikačních baktérií.

Liebig nahlížel na půdu jako na zásobárnu minerálních živin. Funkci rostlin na půdním stanovišti chápal zcela pasivně, neboť vycházel z předpokladu, že rostliny nemohou půdu obohacovat, poněvadž každou úrodou jsou z půdy odváděny živiny, potřebné pro následnou plodinu. Protože různé druhy rostlin odčerpávají různé minerální živiny, střídání plodin podle jeho názorů pouze proces ochuzování půdy zpomaluje.

Důsledkem takto chápané funkce rostlin bylo zavrhování střídání plodin a omezování víceletých pícnin. Zvláště po objevu asimilace vzdušného dusíku nitrogenními bakteriemi byla důležitost těchto zlepšujících plodin chápána pouze jako možná úspora dusíkatých hnojiv.

Přínos Liebigovy minerální teorie tkví v tom, že objasnila výživu rostlin s organických sloučenin, zdůrazňovala nutnost návratnosti živin odvedených sklizní zpět do půdy a dala podnět k rozvoji výroby minerálních hnojiv. Toto období (i přes vědeckost Liebigovy minerální teorie) bylo základem pro nedodržování pravidelného střídání plodin v rámci osevních postupů a menší péči o bilanci organické hmoty v půdě.

Význam a přednosti systému střídání plodin lze shrnout následovně:

1. Likvidoval do té doby existující méně vyspělé zemědělské systémy (s úhory).
2. Přeměnil feudální způsob hospodaření pro vlastní potřebu na hospodaření pro trh.
3. Pěstováním pícnin na orné půdě umožnil rozvoj živočišné výroby.
4. Celkovým zpestřením osevního postupu umožnil pěstování širšího sortimentu plodin.
5. Bylo zavedeno hlubší zpracování půdy i meziřádková kultivace (okopaniny), zařazováním bobovitých plodin (jetelovin) do osevního postupu byla zlepšována úrodnost půdy.
6. Uplatňováním dokonalejší agrotechniky byly dosahovány vyšší výnosy všech plodin.
7. Byl prvním systémem hospodaření na půdě s uzavřeným látkovým oběhem, zaměřený na maximální možné využití všech rostlinných výrobků účelným sepětím s živočišnou produkcí a využitím jejich odpadů (hnoje) k obnově úrodnosti půdy.

Zavedením systému střídání plodin na našem území znamenalo podstatné zvýšení výnosů všech plodin (zdvojnásobení výnosů obilnin - na našem území z 0,7 na 1,4 $t.ha^{-1}$), rozvoj živočišné produkce (píce jetelovin, krmná sláma), rozvoj zpracovatelského průmyslu (cukrovarnictví, bramborářství, sladařství). Prvky tohoto systému, zvláště v oblasti osevních postupů, představují do určité míry ekologicky optimální stav i v dnešní době. Horlivým propagátorem systému střídání plodin byl **František Horský** (1801 - 1877) jehož soustava strojů a nářadí k obdělávání půdy je trvalým exponátem Zemědělského muzea v Čáslavi. U nás však většinou nebyl aplikován klasický norfolkský osevní postup, nýbrž jeho různé obměny s vloženými luskovinami, s ozimou řepkou a jetelotrávou. Ve vlhčích oblastech bylo prodlužováno pěstování jetele s dvouletým až tříletým užitkem, případně i s přísevem travin. Na úrodných půdách v teplejších oblastech byla pěstována vojtěška setá, v sušších polohách vičenec ligrus.

1.6.4 Systém volného střídání plodin

V období kapitalismu vznikl požadavek na rozšířené pěstování tržních plodin. Poměrně pevný rámec střídání plodin, jak se vyvinul v předcházejícím období, byl příliš těsný pro uskutečnění kapitalistických záměrů v zemědělském podnikání. Zásady střídání plodin a jejich vzájemné proporce v osevním postupu se stávaly vážnou brzdou dalšího rozvoje zemědělské produkce, kde se vedle celkově změněné koncepce v orientaci na tržní produkty stále více též projevovala nutnost rychlého přizpůsobování se změněné situaci na trzích. Postupně docházelo téměř k výlučné orientaci na pěstování jednoletých plodin a v osevním postupu byly zařazovány

plodiny především podle potřeby trhu. Všechny ostatní pěstitelské otázky, související s péčí o úrodnost půdy (vztahy mezi rostlinou a půdou), se měly řešit zpracováním a hnojením půdy. Konjunktura též nezávisle na způsobu vedení rostlinné produkce ovlivňovala skladbu a celkovou intenzitu živočišné produkce, takže docházelo i k narušení organického vztahu mezi rostlinnou a živočišnou výrobou.

Ke snižování významu osevního postupu a jeho vztahu k půdní úrodnosti napomáhala i Liebigova minerální teorie (*žádná rostlina nemůže obohacovat půdu, ale každá půdu ochuzuje*). Poněvadž však nedocházelo vždy ani k plné náhradě sklizní odvedených živin z polí, postupně se narušovala rovnováha mezi využíváním půdy a jejím hnojením.

V některých zemích (USA, Kanada), hlavně v aridních oblastech, byly znovu zaváděny úhorové osevní postupy s dvojpolní rotací (např: 1. úhor, 2. pšenice); případně s trojpolní rotací (např. 1. úhor 2. pšenice 3. kukuřice). Rozdíl oproti úhorovému systému byl v tom, že se úhor obdělával moderním nářadím. Při hledání cest ke zvýšení produkce a schopnosti konkurence nakonec přestal vyhovovat i systém volného střídání plodin. Postupně se rozšiřovala plocha, na níž hospodařili větší farmáři, a v některých státech se rozšiřovaly plochy monokultur.

Vysoký stupeň chemizace a mechanizace spolu s narušením biologické rovnováhy mezi rostlinou a půdou, zvláště při monokulturách, zpravidla rychleji ničí půdu tak, že často dochází ke zhoršování jejího fyzikálního stavu a celkově i úrodnosti. Nejcitlivěji se projevil tento chaotický způsob využití půdy v USA, kde v minulosti pro rozšířenou plochu zvláště pšenice a některých jiných plodin došlo k zabírání nových stepí pro zornění. Došlo také ke značnému úbytku lesa a tím se v základních rysech narušila rovnováha v krajině mezi polem, lesem, drnovými plochami a vodní hladinou. Všechny tyto okolnosti vedly ke zvýšení větrné a vodní eroze.

1.6.5 Zemědělskoprůmyslové systémy

Tyto zemědělské systémy se vyvíjely již v rámci systému střídání plodin s bezprostřední vazbou na průmysl. Systémy již nemají název od osevních postupů, protože rozvoj výrobních prostředků, především strojů a průmyslových hnojiv, odsouvá význam a důležitost pravidelného střídání plodin do pozadí.

Rozvoj těchto zemědělských systémů a různých specializací se uskutečňoval především na velkostatcích (v začátku 20. století zakládaných družstevních a akciových podnicích kolem cukrovarů, mlékáren, lihovarů apod.). Naopak v menších, především „samozásobitelských“ hospodářstvích pod 20 ha přetrvávaly a převládaly zvláště v osevních postupech prvky systému

střídání plodin až do začátků socializace vesnice, přestože i v těchto hospodářstvích muselo být propojení na průmysl a trh.

Hodnocení různých typů **intenzívních systémů hospodaření** při nástupu zemědělsko-průmyslových systémů zpracoval LOM (1973). Rozčleňuje je do několika skupin.

Všeobecné systémy hospodaření byly zavedeny na velkostatcích s tržním zaměřením a na většině větších rolnických usedlostí se značným podílem samozásobení:

- řepařsko-mlékařské i s chovem prasat,
- obilnářsko-kukuřičné s výkrmem prasat a drůbeže,
- obilnářsko-bramborářské s chovem skotu a prasat,
- obilnářsko-bramborářské např. lihovarské s chovem skotu,
- obilnářsko-pícninářské, pastevní s chovem skotu atd.

Do této skupiny patřila i tzv. **volná hospodářství** velkostatků, kde se osevní postupy a využití půdy přizpůsobovaly tržním a odbytovým podmínkám. Tato hospodářství byla mnohostranná i specializovaná.

Specializované systémy hospodaření se výrazně odlišují od mnohostranných systémů omezeným počtem výrobních odvětví:

- systémy mlékařské blízko větších měst (extrémem byla tzv. výdojná hospodářství s nákupem březích nebo otelených jalovic a krav s prodlužovanou laktací bez připouštění),
- pastevní systémy s odchovem plemenného dobytka,
- specializovaný výkrm prasat, drůbeže a jiných zvířat,
- hospodářství pro šlechtění osiv a množení,
- pěstování travních, zeleninových a jiných semen,
- systémy chmelařské, ovocnářské, vinařské, zelinářské, zahradnické,
- systémy hospodaření bez hospodářských zvířat.

Specializované tzv. průmyslové zemědělské systémy byly zaváděny na velkostatcích, které měly vlastní zpracovatelský průmysl (zvláště cukrovary, lihovary, mlékárny aj.). Tato hospodářství těžila z návaznosti produkce krmiv a živin dodávaných z průmyslového zpracování do zemědělské produkce. Některé tyto podniky byly družstevní nebo akciové.

Uvedené skupiny zemědělských systémů fungovaly na našem území do druhé světové války (do roku 1938). Ve válečném období bylo hospodaření rozšířené o dodávkovou povinnost, která vedla k širšímu sortimentu pěstovaných plodin i chovaných hospodářských zvířat.

1.6.6 Zemědělské systémy v letech 1945 až 1989

Při pozemkových reformách po roce 1945 a v roce 1948 nastalo další „drobení“ již tak roztříštěných pozemků. Nejdříve po roce 1945 byla parcelována půda kolaborantů a zrádců. Revizí první pozemkové reformy a v tzv. Nové pozemkové reformě došlo postupně i k parcelaci statků nad 50 ha a později i menších.

Podle KUTILA (1983) vlastnilo k 1.3.1949 v Československu 86,3 % zemědělských usedlostí do 10 ha celkem 46,3 % zemědělské půdy, z toho 36,1 % rolníků vlastnilo do 2 ha zemědělské půdy. Je skutečností, že většina rolníků do 10 ha měla dále svoji půdní držbu roztříštěnou do mnoha drobných polí a požadované scelování pozemků bylo při soukromé půdní držbě obtížné.

Většina drobných rolníků uvěřila zemědělskému programu komunistické strany a volila v roce 1946 komunisty a také v roce 1948 podporovala diktát jedné strany. Tak postupně došlo (již proti vůli většiny rolníků) i na tzv. kulaky, kteří byli kolem roku 1952 většinou násilně i s rodinami vystěhováni z obcí. Hlad po půdě a zároveň důvěra rolníků v proklamovanou demokracii umožnily tehdejšímu vedení státu postupné násilné združstevňování vesnice, které promyšleně navazovalo na bohaté družstevní tradice našeho venkova. Po roce 1949 vznikala Jednotná zemědělská družstva prvního typu (byly zde zachovány meze a společně se využívalo traktorů a potahů k polním pracím a ke sklizni, která byla společně rozdělována). Ve druhém typu družstev se již rozorávaly meze a vytvářely společné osevní postupy (živočišná produkce byla dosud v individuální držbě). Ve třetím typu družstev byla společná i živočišná produkce a ostatní výrobní prostředky. Čtvrtý typ družstev již znamenal vyloučení rozdělování výsledků podle vnosů (vložené půdy, zvířat, mechanizace) a družstevníci byli odměňováni podle výsledků práce. Tento typ jako jediný převládl po roce 1957, kdy byla ekonomickým a politickým tlakem združstevněna většina zemědělských usedlostí. K 1.1. 1964 již hospodařila JZD (Jednotná zemědělská družstva) a státní statky na 90,4 % orné a 87,4 % zemědělské půdy.

Období 1945 až 1949

Rozdrobené zemědělské podniky měly i nadále zachovanou dodávkovou povinnost podle potřeb poválečného národního hospodářství. Nastává oživení trhu a podnikatelských aktivit zemědělských podniků. Přesto se struktura zemědělských systémů a struktura pěstovaných plodin podstatně nelišila od válečných let.

Období 1949 až 1957

Vznikala první zemědělská družstva, docházelo ke scelování pozemků podle zásad HTÚP (hospodářsko-technické úpravy pozemků). Hospodaření zemědělských podniků bylo

řízeno státním plánem, který podporoval vznik JZD a měl tvrdý ekonomický dopad na soukromě hospodařící rolníky (rozpisem dávek, daněmi a odlivem pracovních sil z venkova).

Na scelených pozemcích a ve vznikajících JZD byly uplatňovány sovětské zkušenosti ve formě tzv. Viljamsovy travopolní soustavy. Její tvůrce, V. R. Viljams (1860-1935) vycházel z prací P. A. Kostyčeva (1845-1895), V. V. Dokučajeva (1846-1903) a K. A. Timirjazeva (1843-1920). Tito ruští vědci pokládali za příčinu ztráty úrodnosti půdy především rozrušování drobtovité struktury půdy v důsledku pěstování jednoletých rostlin, hlavně obilnin.

Kladem systému byl požadavek na vhodnou organizaci území a protierozní opatření. Byly doporučovány radikální zásahy pro zlepšení přírodních podmínek (budování ochranných lesních pásů, zalesňování, výstavba vodních nádrží apod.). Nedostatkem při zavádění tohoto systému u nás bylo trvání na několika dogmatech, která byla šablonovitě uplatňována ve všech podmínkách.

Byl přeceněn význam drobtovité struktury půdy (jako základu úrodnosti půdy), která je údajně vytvářena pouze na pozemcích s jetelotravními směskami po jejich zaorání pozdě na podzim. Za příčinu ztráty půdní úrodnosti bylo považováno rozrušování drobtovité struktury půdy jednoletými plodinami (obilniny, okopaniny) a některými úkony zpracování půdy.

Na orné půdě byly jako víceleté pícniny doporučovány pouze směsi trav a jetelovin (jetele lučního a vojtěšky seté) v pevných travopolních osevních postupech na dobu minimálně dvou užitkových let. Byly doporučovány i do těch oblastí, kde již tradičně čisté porosty jetele a zvláště vojtěšky poskytovaly vyšší výnosy.

Výsledkem byl chaos v krmivové základně, osevních postupech a v produkci vůbec, který byl postupně napravován využíváním poznatků domácího zemědělského výzkumu a zkušeností praxe.

Období 1957 až 1989

Po hromadném združstevnění vesnice v letech 1957 až 1959 již bylo využíváno zkušeností středních rolníků (družstevníků). Postupně docházelo ke konsolidaci zemědělských podniků (družstev), která tehdy zpravidla hospodařila samostatně v každé obci.

V obcích vznikaly velké provozovny (střediska živočišné produkce, mechanizační střediska, sklady) a řídící centra. V dalších fázích integrace byla družstva postupně slučována a vytvářeny až příliš velké celky. Docházelo tak k propojování jednotlivých zemědělských provozů v účelných kooperacích a specializacích jednotlivých odvětví zemědělské produkce. Jednotlivé specializované provozy byly vázány na zemědělský podnik následujícími projevy:

- zaměstnanci (i jednotliví družstevníci) se trvale usídlovali ve větších centrech městského typu,

- vytvářela se střediska živočišné produkce s vysokou koncentrací hospodářských zvířat,
- podstatně se zvýšila velikost jednotlivých podniků,
- snížil se počet pracovníků v primární produkci,
- rozvíjely se služby,
- postupně byla odstraňována sezónnost práce v zemědělství účelnou přidruženou výrobou.

Velikost jednotlivých družstev se zvětšovala z původní výměry 420 ha zemědělské půdy (v roce 1960) na 1343 ha (v roce 1975) a na 2485 ha (v roce 1985).

Zemědělsko-průmyslové systémy za socialismu plnily úkoly požadované státním plánem. Gigantomanií přitom byly napáchány značné škody, především se jednalo o plošné uplatňování velkovýrobních postupů bez respektování konkrétních stanovištních podmínek.

1.6.7 Zemědělské systémy v letech 1989 až 2004

V listopadu 1989 začaly v našem státě společenské změny se širokým dopadem do všech odvětví národního hospodářství. V podstatě se jednalo o zrušení socialistického výrobního způsobu a o jeho náhradu soukromo-vlastnickými vztahy a podnikáním. Naše zemědělství se vyvíjelo v podmínkách světového a evropského agrárního trhu a situace v domácí ekonomice. Začal se snižovat jeho podíl na makroekonomických ukazatelích národního hospodářství k úrovni blížící se průměrným hodnotám EU a jiných vyspělých zemí.

Podnikatelská struktura v zemědělství jako výsledek privatizačních a transformačních procesů reformního období se vyznačovala značnou pestrostí právních forem podnikání. Ve srovnání s agrárně vyspělými zeměmi byla zachována značná koncentrace produkce, a to i u soukromých farem. Z tabulky 8, charakterizující stav k 31.12.1994 je zřejmé, že průměrná velikost soukromých zemědělských podniků byla v našem státě podstatně vyšší než v zemích Evropské unie (14,7 ha).

Na rozdíl od situace v agrárně vyspělých zemích, zemědělské podniky hospodařily **převážně na pronajaté půdě.** Struktura podniků fyzických osob podle velikostních skupin a vlastnických vztahů k obhospodařované půdě k 31.12.1994 je uvedena tabulce 9.

Vývoj zemědělství byl ovlivněn způsobem transformace podniků podle způsobu vzniku jejich majetku, spjatým s jejich majetkovými závazky. Z tohoto hlediska se jednalo o tři hlavní typy transformovaných podniků: zemědělská družstva, restituované podniky a privatizované podniky. Vzhledem k přirozeně nižší koncentraci produkce, blížící se modelu dokonalé konkurence, se zemědělci na agrárním trhu nacházeli vůči dodavatelům a odběratelům v nerovném postavení.

Přestože se značná část zemědělské půdy nachází v tzv. marginálních oblastech (okrajové oblasti z hlediska produkce polních plodin - bramborářská a pícninářská oblast) dosahovalo zornění v ČR stále přes 70 %. Ve srovnání s vyspělými zeměmi s podobnými přírodními podmínkami, je stupeň zornění mimořádně vysoký (průměr EU byl 52,5 %). Dimenze zemědělství v tomto období byly podobné situaci v Evropské unii. V důsledku probíhající transformace zemědělství a nižších státních podpor však byly nižší i kvalitativní ukazatele produkce - hektarové výnosy a užitkovost zvířat.

Tabulka 8: Agrární struktura v ČR k 31.12.1994

Podnikatelská forma	Počet	Průměrná výměra (ha)	Zemědělská půda celkem (ha)	(%)
Podniky fyzických osob celkem	60 666	16	993 000	23,2
Podniky právnických osob				
- družstva	1 429	1 430	2 044 000	47,7
- obchodní společnosti	1 338	821	1 099 000	25,7
- státní podniky	229	498	114 000	2,7
- ostatní (komunální aj.)	116	267	31 000	0,7
Podnikatelské subjekty celkem	63 778	67	4 281 000	100,0

Tabulka 9: Podniky fyzických osob podle velikostních skupin a vlastnických vztahů k obhospodařované půdě k 31.12.1994

Velikostní skupina	Počet podniků	Výměra obhospodařované z.p. (ha)				Podíl připachto-vané půdy (%)
		celkem	vlastní	Připach-tované	Průměr	
Podniky fyzických osob nad 10 ha z.p.	538	89 700	29 904	59 796	167	66,7
v tom: 10-50 ha	232	7 306	4 632	2 674	31	36,6
51-100 ha	125	8 672	2 830	8 542	69	67,4
nad 100 ha	181	73 722	22 442	51 280	407	69,6

Reforma znamenala výrazný tlak na přizpůsobení zemědělství novým podmínkám z hlediska rozměrů, struktury a výkonnosti. Toto přizpůsobení probíhalo relativně rychleji než v jiných sektorech národního hospodářství. Přizpůsobování bylo provázeno následujícími jevy:

- Snížení dotací prakticky na jednu šestinu úrovně státní podpory zemědělství koncem osmdesátých let.
- Značnou mzdovou disparitou mezi zemědělstvím a ostatními sektory.
- Orientace na tržní plodiny, nedodržování zásad střídání plodin a tím také k narušení stability zemědělských systémů.

- Nedostatek vlastních finančních zdrojů neumožňoval kompenzovat tyto nepříznivé vlivy zvýšenými vstupy intenzifikačních faktorů (osiva, hnojiva, pesticidy atd.) i plynulou a nezbytnou modernizaci a rekonstrukci odvětví. V řadě podniků tak došlo ke snižování úrovně hospodaření.
- V marginálních oblastech docházelo k opouštění zemědělské půdy. Stát zde podporoval extenzifikaci zemědělské produkce dotacemi (zalesňování, zatravňování, pěstování technických a energetických plodin atd.).
- Omezení vstupů se na druhé straně promítlo do snížení nepříznivých dopadů zemědělské činnosti na životní prostředí.

1.6.8 Zemědělské systémy po roce 2004

Z pohledu produkčního proběhla zásadní restrukturalizace zemědělství v ČR doprovázená významným poklesem produkce a zaměstnanosti a prohlubujícím se saldem agrárního zahraničního obchodu již během 90. let, tedy před vstupem do EU (1.5.2004).

Význam zemědělství v národním hospodářství, měřený jeho podílem na hrubé přidané hodnotě a zaměstnanosti, se neustále snižuje (obdobně jako ve všech ostatních členských zemích EU). V ČR se, v důsledku rychlejšího poklesu počtu pracovníků v porovnání s tempem poklesu produkce, produktivita práce v zemědělství postupně přibližuje průměru národního hospodářství (ze zhruba 65% podílu v roce 2004 na téměř 70% podíl v roce 2011).

Zejména od přistoupení ČR k EU dochází s postupnou integrací ČR do společného trhu a implementací Společné zemědělské politiky EU k prohlubování nerovnováhy zejména ve struktuře výroby a ve vztahu zemědělství k přírodním zdrojům.

Negativním jevem je rovněž klesající a v porovnání s průměrem zemí EU nižší přidaná hodnota a efektivnost českého zemědělství. Produktivita využití zdrojů měřená výší produkce v běžných cenách na ha zemědělské půdy se za období 2001-3 až 2007-10 zvýšila z 28 tis. Kč na 31 tis. Kč, zdaleka však nedosahuje ani průměru zemí EU 15 (63 tis. Kč), ani zemí EU 27 (54 tis. Kč).

Častá tendence připisování příčiny tohoto stavu především na vrub nerovné výši přímých plateb oproti původní EU-15 zásadně pokulhává při vyjádření podílu podpor na tvorbě hrubé zemědělské produkce, kde se ČR nijak nevymyká míře podpory v regionu. Kromě relativně vysokého podílu méně příznivých oblastí (LFA) jsou jednou z hlavních příčin tohoto vývoje podstatně vyšší podpory zemědělství po vstupu do EU (v období 2009-11 v průměru kolem 35 mld. Kč, tj. nominálně zhruba třikrát více proti období před vstupem. Důsledkem

dosavadní implementace společné zemědělské politiky je potom extrémně vysoký podíl provozních podpor (přímých plateb a plateb LFA) v příjmech, respektive v čisté přidané hodnotě zemědělských podniků (zvýšení z 29 % v období 2001-3 na 75 % v období 2007-10, v porovnání s průměrem EU 41 %).

Chování podniků se více než na podmínky trhu orientuje na přizpůsobení se podmínkám získávání podpor, což mimo jiné ústí do změn ve struktuře výroby (Tab. 10), tj. celkového snižování rozměru živočišné výroby, zejména chovu monogastrů, výměry rostlinných komodit, více náročných na množství a kvalitu práce, včetně nároků na management a marketing (zelenina, ovoce), a také výměry krmných plodin na orné půdě s významnými pozitivními dopady do životního prostředí; tyto strukturální změny přitom působí i na snižování celkové zemědělské produkce.

Podpory zemědělství byly do roku 2013 z hlediska regionálního, velikosti podniků a struktury výroby nerovnoměrně alokovány. To vedlo k zavedení technologicky jednoduché výroby s minimem lidských vstupů a maximem podpor, kde se uplatňuje stále intenzivněji nezemědělský a částečně i zahraniční kapitál. Jde zejména o tyto případy:

- marginální oblasti (LFA) s velmi extenzivním chovem přežvýkavců (především krav bez tržní produkce mléka), které získávaly dodatečné renty z plošných podpor poskytovaných na výměru TTP, která u velkých podniků zpravidla vysoce převyšovala výživové potřeby jimi chovaných zvířat;
- velkoplošná „bi-kulturní“ rostlinná výroba v nižších a částečně i v některých středních polohách (obilniny, řepka), která kromě podpor těží z relativně vysokých cen zemědělských výrobců (byť s vyššími cenovými a také povětrnostními riziky, než v první jmenované oblasti).

Přestože dosavadní regulační, polo-regulační (Cross Compliance) a stimulační agroenvironmentální opatření v rámci programu rozvoje venkova pro zlepšení vztahů zemědělství k životnímu prostředí usilují o žádoucí změny, dochází stále spíše k další degradaci kvality půdy, zhoršování vodního režimu a ztrátám biodiverzity. Na kvalitu půdy a vodního režimu působí zejména nevhodné velkoplošné užití zemědělské půdy a při snižování či dokonce opouštění živočišné výroby také nedostatek organického hnojení, respektive snižování žádoucí diverzity užití půdy (např. pěstováním krmných plodin - jetelovin). K tomu mimo jiné v minulosti, v některých případech přispěly i původní podmínky podpor výstavby a provozu bioplynových stanic. Nevhodné užití převážně pronajaté zemědělské půdy mimo jiné přispívá k zvyšování interních i externích negativních dopadů klimatické změny na kvalitu půdy, vodní režim a na zvýšení rizika podnikání v zemědělství při stále častěji se opakujících

obdobích sucha a záplav. Změna klimatu způsobuje přesun některých regionů do nových a pro zemědělství negativních klimatických podmínek (např. trvalé zvýšení teploty a vodního deficitu v regionu jižní Moravy), resp. posílení významu zemědělství v současných oblastech se zhoršenými půdně-klimatickými podmínkami (LFA).

Tabulka 10: Změny ve struktuře výroby po vstupu do EU

Plodiny, kategorie zvířat	MJ	Průměr 2001-3	Průměr 2008-10	Index
Obilniny celkem	tis.ha	1547,1	1521,0	-1,7
- **pšenice**	tis.ha	808,1	822,4	1,8
- **ječmen**	tis.ha	512,0	442,0	-13,7
- **kukuřice**	tis.ha	67,6	107,5	58,9
Luskoviny	tis.ha	34,7	27,5	-20,6
Brambory	tis.ha	48,2	36,5	-24,3
Cukrovka	tis.ha	77,5	46,6	-39,9
Krmné plodiny na orné půdě	tis.ha	571,3	396,4	-30,6
Olejniny	tis.ha	422,5	486,9	15,2
Len	tis.ha	6,2	0,1	-97,8
Zelenina	tis.ha	20,4	14,2	-30,3
Trvalé kultury	tis.ha	46,9	51,0	8,7
TTP	tis.ha	895,0	915,7	2,3
Dojnice	tis.ks	497,0	396,7	-20,2
Krávy bez tržní produkce mléka	tis.ks	102,0	163,7	60,5
Prasata	tis.ks	3424,7	2104,3	-38,6
Ovce	tis.ks	95,7	188,0	96,5
Drůbež	tis.ks	28561,7	26215,3	-8,2

Zdroj: Zprávy o stavu zemědělství ČR 2002-2011 (MZe)

Na druhou stranu většinou pozitivně v tomto směru působí trvalý růst výměry zemědělské půdy pod ekologickým managementem (v současnosti cca 12 % zemědělské půdy v LPIS). V naprosté většině však jde o extenzivní zemědělství na TTP s relativně malým objemem bio-produkce. Dále realizace pozemkových úprav, která je však pomalá a její rozsah ještě zdaleka nedosahuje žádoucího stavu.

Strukturální ukazatele českého zemědělství se výrazně liší od naprosté většiny zemí EU (Tab. 11). Ekonomicky rozhodující část českého zemědělství má velkovýrobní charakter s převahou pronajaté půdy (v průměru kolem 78 %) a najaté práce (podle EUROSTAT 2009 kolem 76 %, zatímco v EU 27 asi 13 %) s relativně nízkou mírou diverzifikace činností. Tyto charakteristiky sice vytvářejí potenciál pro využití výhod z velikosti, na druhou stranu snižují „manévrovací“ prostor při řízení rizik a zvyšují nároky a náklady na management práce. Zhoršují také vztahy k užití půdy a nepřispívají zpravidla (při poklesu pracovně náročnější produkce) k udržení zaměstnanosti venkova.

Většina zemědělských podniků v České republice vykazuje stále větší závislost na dotacích a jejich nevhodném cílení po vstupu do EU. Na jedné straně jsou překompenzovávány některé velmi jednoduché formy vysoce rentabilní produkce a na druhé straně nejsou motivovány sofistikovanější, pracovně i technologicky náročnější formy produkce s tvorbou vyšší přidané hodnoty. Analýzy stavu zemědělství i výhled rentability hlavních komodit po roce 2013 prokazují, že pouhé setrvání na současné podobě přerozdělování agrárních dotací by znamenalo neefektivní vynakládání veřejných prostředků na oblasti, které budou samy tržně životaschopné a jejich nevyužití ve prospěch odvětví, která potřebují zásadní stimuly (např. živočišná produkce s vazbou na zaměstnanost).

Tabulka 11: Porovnání strukturálních ukazatelů zemědělství ČR s vybranými zeměmi EU (Zdroj: Eurostat - Farm structure survey 2007)

Země	Podíl PFO[1)] na celkovém počtu podniků (%)	Podíl vlastní půdy na celkové výměře z.p. zemědělského podniku (%)	Podíl rodinných pracovníků na celkovém počtu AWU[2)] (%)	Výměra z.p. přip. na jeden podnik (ha)	
				podniky celkem	z toho nad 100 ha
ČR	93,0	16,2[3)]	26,7	89,3	727,4
Dánsko	97,9	70,7	61,2	59,7	199,0
Německo	93,5	36,7	68,7	45,7	276,8
Nizozemí	93,0	58,6	60,8	24,9	154,3
Rakousko	94,9	66,4	87,9	19,3	232,9

[1)] *PFO = podniky fyzických osob*
[2)] *AWU = přepočtený pracovník s roční pracovní dobou 1800 hodin*
[3)] *Podíl vlastní půdy se 16,2 % zvýšil na 22,1 % v roce 2011*

Velká část současné kulturní krajiny přišla zemědělským hospodařením o přirozené krajinné prvky. Důsledkem je snížená schopnost krajiny vyrovnat se s výkyvy klimatických změn. Ztrátou, respektive nedostatečnou obnovou krajinných prvků zemědělská krajina rovněž neplní dostatečně ochranu a udržení biodiverzity. Stavy populací bezobratlých na travních porostech prudce klesají, stejně jako stavy ptactva vázaného na zemědělskou krajinu. ČR je významným evropským rozvodím a stav podzemních a povrchových vod je zcela závislý na srážkách a stavu krajiny. Voda z našeho území vlivem degradujících změn v zemědělské krajině rychle odtéká a krajina ztrácí svoji retenční schopnost. České zemědělství tak není dostatečně adaptačně připraveno ani na očekávané projevy klimatické změny. Všechny tyto trendy, pokud nebudou podchyceny, představují v kontextu očekávaného vývoje vnějších podmínek hrozbu pro jeho dlouhodobou konkurenceschopnost.

Souhrn

Celkově ve srovnání se svými konkurenty z vyspělejších evropských zemí i přes určité zvýšení produktivity v průměru dospělo české zemědělství do nákladově náročného typu hospodaření s klesající intenzitou, které navíc příliš nepřispívá ani ke zlepšování životního prostředí ani k rozvoji venkova.

Hlavním strategickým cílem dalšího rozvoje českého zemědělství by proto mělo být dlouhodobé a trvalé zajištění potravinové bezpečnosti na národní a evropské úrovni i přispět k energetické soběstačnosti ČR v rámci stanoveného energetického mixu, a to při podstatném zvýšení jeho efektivnosti a konkurenceschopnosti a vztahů k jím užívaným přírodním zdrojům a rozvoji venkova, včetně zvyšování jeho rekreačního potenciálu.

Minimálně se jedná o obnovu vyvážené struktury plodin a proporcí jednotlivých odvětví zemědělství s odpovídajícím zastoupením přežvýkavců v poměru k zemědělské půdě a racionálním rozměrem živočišné výroby, která se zásadním způsobem podílí na zlepšování vztahů zemědělství k životnímu prostředí, na tvorbě vyšší přidané hodnoty i zaměstnanosti.

Je zřejmé, že pokud se stát a podnikatelé nebudou výše uvedenými problémy seriózně a koncepčně zabývat, je budoucnost zdravého rozměru řady odvětví zemědělství již reálně ohrožena, a to i přesto, že mají v podmínkách ČR, vývoje vnějšího prostředí i očekávané podoby Společné zemědělské politiky EU veškeré předpoklady konkurenceschopné produkce.

1.7 Charakteristika a rozdíly základních způsobů hospodaření na půdě

Z agronomického hlediska lze způsob hospodaření na půdě definovat jako prostorovou a časovou jednotku agroekosystému, sestávající z řady nepřetržitě rotujících a vzájemně na sebe působících plodin a hospodářských zvířat, společně s doprovodnou (příznivě nebo nepříznivě působící) flórou a faunou.

Teoreticky lze říci, že může existovat nekonečné množství způsobů hospodaření. Každý z nich má vlastní historii vzniku a vývoje, vlastní „filozofii“, případně metodiku, směrnice a kontrolní systémy, kterými se řídí. Kromě toho existuje řada přechodných variant, které nejsou zcela přesně definovány. Současně existující škálu způsobů hospodaření vymezují dva krajní pohledy na zemědělství:

- **tržně orientovaný směr**, jehož cílem je dosažení maximálního zisku z produkce,
- **směr orientovaný na rozvoj ekosystémů**, chápající zemědělství jako činnost zaměřenou na tvorbu fungujících agroekosystémů a zabezpečující dostatečnou a trvalou produkci potravin.

Obě tyto vize mají své silné a slabé stránky. Proto byl logicky vytvořen střední směr integrující přednosti obou výše uvedených. Cíle všech tří základních přístupů jsou kvantifikovány v tabulce 12, která ukazuje klady a zápory tržně a ekologicky orientovaných směrů a **střední pozici integrovaného způsobu hospodaření**.

Tabulka 12: Kvantifikace cílů tří základních způsobů hospodaření na půdě

Hodnoty	Způsob hospodaření na půdě		
	orientovaný na trh	integrovaný	orientovaný na ekosystém
1. zabezpečení potravin	+	+ +	+ + +
2. zaměstnanost a příjmy	+	+ +	+ + +
3. zisk	+ + +	+ +	+
4. životní prostředí	+	+ +	+ + +
5. příroda a krajina	+	+ +	+ + +
6. zdraví a pohoda	+	+ +	+ + +

Strategii **tržně orientovaného zemědělství** lze jednoduše formulovat jako úsilí o co největší rozdíly mezi náklady a výnosy, které však s sebou přinášejí dva základní rozpory:

- mezi ziskem a zaměstnaností (výdělkem),
- mezi ziskem a přírodním prostředím.

Příčinou těchto konfliktů je obvykle zaměření na maximální produkci. Zastánci tržně orientovaných systémů považují snížení zaměstnanosti za nevyhnutelné a věří, že dopady na životní prostředí je možné omezit změnou a inovací technologií.

Strategií **zemědělství orientovaného na rozvoj ekosystémů** je úplná náhrada umělých agrochemikálií jinými technologickými zásahy, především mechanického a biologického charakteru. Pravděpodobně nejpropracovanější jsou metody a směrnice IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). Od tohoto způsobu hospodaření se očekává příznivý vliv na zaměstnanost, životní prostředí, estetickou funkci krajiny, zdraví a životní pohodu lidí. Mohou však **vznikat problémy s nízkou úrovní produkce a malými zisky**. Zastánci tohoto způsobu hospodaření předpokládají vyřešení možného snížení produkce lepšími technologiemi a rozšířením vegetariánství. Nízké zisky mohou být řešeny zajištěním dostatečně vysokých cen pro biopotraviny. Tím, že někteří zákazníci jsou ochotni platit vyšší ceny, jsou ekonomické výsledky ekologicky hospodařících farem srovnatelné s konvenčními farmami. **Ekologické zemědělství** (v některých zemích nazývané organické), které je základním představitelem tohoto směru, je definováno jako celkový systém řízení zemědělského podniku a produkce potravin, který spojuje osvědčené environmentální postupy, vysokou úroveň biologické rozmanitosti, ochranu přírodních zdrojů, uplatňování přísných

norem pro dobré životní podmínky zvířat a způsob produkce v souladu **s požadavky určitých spotřebitelů**, kteří upřednostňují produkty získané za použití přírodních látek a procesů (Nařízení Rady ES 834/2007). V současnosti je v agrárně vyspělých státech prováděno na ploše obvykle nepřevyšující 10 % zemědělské půdy, v ČR na cca 12 % a v nejbližších letech nelze předpokládat jeho významnější rozšíření.

Integrované zemědělství je nejčastěji popisováno pouze v hrubých rysech jako **střední směr, charakteristický pragmatickým kompromisem ekonomických a ekologických požadavků** v určitých podmínkách. Proto je také někdy nazýváno **„třetí cesta“**. Lze jej charakterizovat jako způsob zemědělského hospodaření, který k produkci vícehodnotných potravin a surovin používá přirozené zdroje a regulační mechanizmy jako náhradu za vstupy zatěžující životní prostředí, což umožňuje zajištění setrvalosti. Integrované zemědělství se na bázi celostního přístupu orientuje na zemědělský provoz jako ucelenou jednotku a je zaměřeno na více cílů, které zahrnují (Obr. 10):

- snížení produkce snížením nákladů a zlepšením kvality produktu,
- nahrazení drahých, nebo potenciálně škodlivých vstupů (hnojiva, pesticidy, hormony a antibiotika) znalostmi, prací a novými technologiemi,
- podporu a ochranu biocenóz na polích a v jejich okolí s cílem stabilizace agrosystému, což je považováno za základní preventivní opatření proti šíření plevelů, chorob a škůdců.

Přínosy v sociální sféře představují:

- snížení tlaků na příjmy a zisky zemědělců při zvyšování nákladů na produkci a zvyšování cen bioproduktů,
- snížení nepříznivých dopadů na životní prostředí, tj. větší jistoty pro zdraví lidí, přírodu a krajinu.

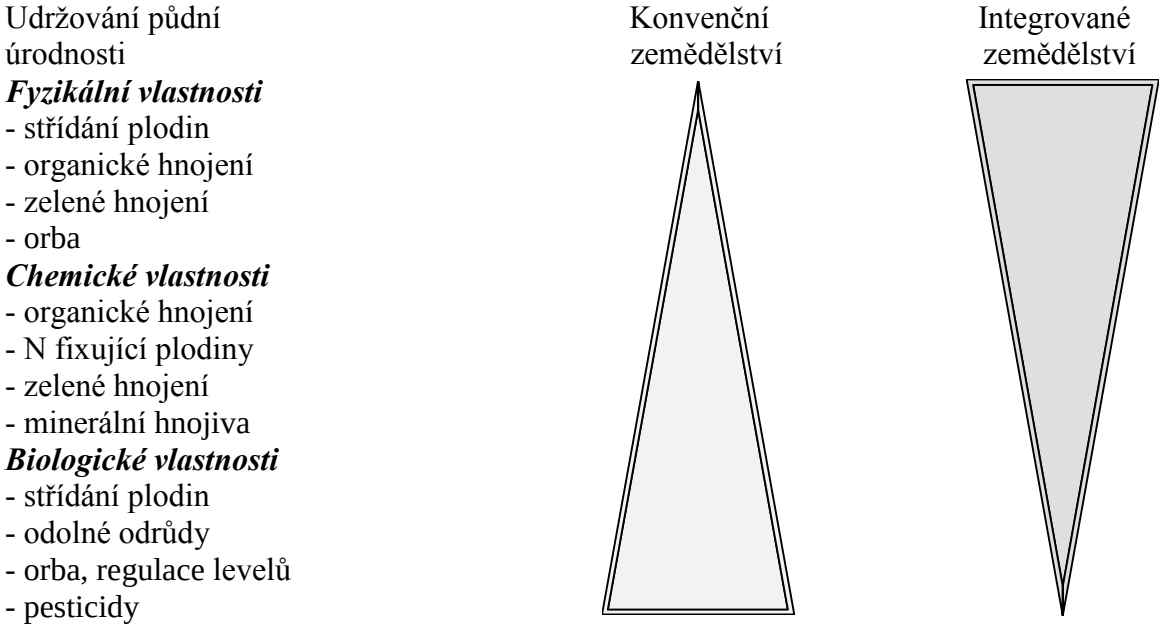
Od integrovaných systémů se očekává zmírnění environmentálních problémů; je ale obtížné předpokládat, zda také pomohou udržet zaměstnanost.

Z dalších způsobů hospodaření, které nalezly širší uplatnění v praxi, lze uvést tzv. **low input systémy**. Podle úrovně vstupů jsou obvykle zařazovány mezi integrované i ekologické zemědělství. Při omezování vstupů však, na rozdíl od integrovaného zemědělství, převládá snižování nákladů bez jejich substituce novými poznatky a na rozdíl od ekologického zemědělství není kladen zvýšený důraz na omezování dopadů na životní prostředí.

Uvedené způsoby hospodaření vycházejí z předpokladu, že základní jednotkou agrosystému je pozemek, jehož půdní vlastnosti jsou homogenní. To znamená, že pěstební opatření jsou prováděna stejnou intenzitou na celém pozemku (např. je aplikována stejná standardní dávka agrochemikálie na celé pole). V zemědělské praxi se stále více uplatňuje

precizní zemědělství (precision agriculture), které překonává toto paradigma tím, že předpokládá rozdílnost půdních vlastností v rámci pozemků. Jedná se tedy o způsob hospodaření, který využívá nových technologií, původně rozvíjených mimo zemědělství, k řešení problémů půdní heterogenity a časové dynamiky procesů tvorby výnosu a kvality produkce polních plodin. I když precizní zemědělství vychází z konvenčního (ekonomicky orientovaného) způsobu hospodaření, umožňuje dosahování pozitivních ekonomických i ekologických efektů využíváním agrochemikálií pouze v efektivně využitelném množství. Nabízí tak další možnosti změn konvenčního způsobu hospodaření směrem k integrovanému.

Obrázek 10: Opačné strategie konvenčního a integrovaného zemědělství, spočívající v náhradě minerálních hnojiv, pesticidů a energie vícehonným osevním sledem a organickými hnojivy



V návaznosti na precizní zemědělství je v posledních letech rozvíjen směr nazývaný **smart farming** (chytré zemědělství), který vhodným využitím kombinací zemědělské techniky a informačních technologií umožňuje efektivně řídit lokálně cílené hospodaření na úrovni jednotlivých pozemků i dosahování požadavků na setrvalé hospodaření na úrovni celé farmy.

Zemědělské systémy mají především **regionální charakter**, proto je při volbě způsobu hospodaření nutné vycházet z daných půdně-klimatických podmínek a místní infrastruktury, vybavenosti mechanizací, investičních, sociálních a ekologických možností, zkušeností i motivace hospodáře. Tyto faktory určují možnosti zpracování produkce a trhu. Otázka nejvhodnějšího systému a osevního sledu by měla být vždy uvažována v ekologickém a sociálním kontextu regionálních podmínek. Integrované a ekologické způsoby hospodaření umožňují vyvážené řešení této otázky, protože jsou zaměřeny na více cílů. Naopak tržně

orientované zemědělství je rozvíjeno na čistě ekonomických základech. Vede tak ke vzniku řady agronomických problémů, jako je narušení bilance živin a organické hmoty v půdě i zvýšení výskytu plevelů, chorob a škůdců. To vyžaduje chemické ošetřování porostů, zvyšující náklady a nepříznivé dopady na životní prostředí.

Za **strategický cíl** zabezpečující setrvalý rozvoj lze proto považovat **integrované zemědělství**, které již v současnosti může zajistit potřebnou rovnováhu mezi ekonomickými a ekologickými požadavky. Umožňuje substituci části nákladů vědeckými poznatky při respektování ekologických limitů. Je ekonomicky životaschopné, uchovává a případně i zlepšuje přírodní zdroje a životní prostředí pro budoucí generace.

1.8 Ekologické limity

Každá plodina, její odrůda a v podstatě celý agroekosystém mají určité krajní hodnoty, kterými je omezena jejich tolerance vůči půdně-klimatickým faktorům stanoviště i faktorům ovládaným člověkem. Rozsah mezi nejvyšší a nejnižší úrovní označujeme jako toleranci (snášenlivost), tj. variační rozpětí faktoru, při kterém je zachována funkčnost, tj. schopnost adaptace systému (porostu plodiny, půdního prostředí, celého agroekosystému). V blízkosti minima a maxima snesitelnosti faktorů jsou podmínky pro růst a vývoj, případně fungování celého agroekosystému již velmi nepříznivé. Za mezními body jsou již procesy tvorby výnosu porostů polních plodin, či funkce agroekosystému silně inhibovány. Ekologické optimum, tj. oblast adaptace, je dosaženo při středních hodnotách působení faktorů. Důležité je ekologické optimum v praxi nepřekračovat, protože to většinou vede k nežádoucím důsledkům. Omezení růstu nebo fungování agroekosystému mohou být vyvolány nejen nedostatkem, ale i přebytkem toho kterého faktoru. Hodnotu faktoru, která se této hranici blíží nebo ji překračuje, lze označit jako **ekologický limit**. Nemá-li porost plodiny k dispozici optimum některého faktoru, může dojít ke snížení hranice tolerance k jiným faktorům. Např. špatně živené rostliny mohou být více náchylné k různým škodlivým činitelům (chorobám, teplotním stresům, apod.).

V provozních podmínkách dosahují jednotlivé faktory (respektive jejich soubor) optima jen zřídka. Také proto, že se požadavky plodin v průběhu vegetace mění. Pěstované plodiny a jejich odrůdy mají často široký rozsah tolerance k jednomu faktoru a naopak úzký k jinému faktoru. O dosaženém výnosu pak rozhoduje faktor, který je za hranicí tolerance. Úkolem je docílit **harmonickou optimalizaci všech faktorů**, nacházet „nejslabší“ faktory, které limitují tvorbu výnosu i kvality produkce a dostat je do optima. Znalost mezních limit má také velký význam pro rajonizaci pěstování polních plodin.

Vysokých a stabilních výnosů lze dosáhnout jen za předpokladu, že požadavky plodin a odrůd jsou co nejvíce v souladu s podmínkami stanoviště. Velká část prováděných pěstebních opatření je zaměřena na eliminaci negativního vlivu různých limitujících faktorů (např. nevyhovující mikroflóra v půdě, zhutnění půdy, nedostatek kyslíku v půdě, výskyt chorob škůdců a plevelů, aj.). Bilance živin v agroekosystémech není obvykle vyvážená. Často dochází k překračování ekologického limitu. Systém se této zátěže zbavuje (např. vyplavování N), což vede k hospodářským ztrátám a ke škodám na životním prostředí.

Nízké nebo naopak nadměrně vysoké úrovně obsahu živin v půdě (které se pohybují mimo hladiny živin uváděné v metodikách výživy rostlin), prahy škodlivosti chorob, škůdců a plevelů, lze proto považovat za určité hrubé ekologické limity. Limitujícím faktorem pro výnos může být i malá schopnost organismu (odrůdy) využít vysoké úrovně faktorů prostředí. Nové výkonné odrůdy jsou citlivější na změny těchto faktorů než odrůdy starší, které vynikaly vyšší plasticitou a stabilitou výnosu. Za ekologický limit minimální biodiverzity agroekosystémů je třeba považovat pěstování minimálně 4-5 plodin v jednom zemědělském podniku, i když ekonomické podmínky v mnoha případech nutí zemědělce tyto hodnoty zastoupení plodin překračovat.

Analýzy a hodnocení způsobů hospodaření a agroekosystémů obvykle vycházejí (výslovně nebo mlčky) z předpokladu, že když vnější podnět v agroekosystému přestane působit, systém se vrátí do původního stavu. Takovéto pojetí odpovídá principům **homeostázy** a je možné jej aplikovat v situacích relativně blízkých **rovnovážnému stavu**. Bohužel nerovnovážné stavy jsou v současných zjednodušených zemědělských systémech spíše pravidlem než výjimkou.

Pokud proměnné charakteristiky agroekosytému (množství živin, dosahované výnosy, zastoupení plodin v osevních postupech) zůstávají v určitých hranicích, rušivé podněty odeznívají. Kvantitativní charakteristiky mohou kolísat, ale kvalitativní charakteristiky přetrvávají a s nimi celý agroekosystém. Kumulace i malých podnětů může vést k překročení hranice homeostáze a náhle se agroekosystém (aniž dával zřetelné varovné signály) ocitne na hranici stability. Začne se nepředvídaně chovat zcela jinak a může zaniknout (ztrácí schopnost setrvalého rozvoje). V nejlepším případě se mění v jiný systém s jinými limity stability. Lze předpokládat, že to závisí na mimořádně složitých kombinacích biologických, chemických a fyzikálních zpětných vazeb, fungujících v rozpětí od biochemických makromolekul k regionálním formacím, od rychlých biochemických reakcí k dlouhodobým změnám podnebí. O hranicích, za kterými začínají nevratné procesy, víme zatím jen velmi málo (MÍCHAL, 1994).

Stabilita systémů má rozdílné aspekty, které se mohou nepřímo úměrně doplňovat. Buď se udržovat v normálním stavu bez výrazných změn s minimálním kolísáním zvolené podstatné charakteristiky systému, nebo se vracet po mimořádné, třeba značné změně podstatných charakteristik systému co nejrychleji do normálního stavu. Proto je nutné rozlišovat dva typy stability:

- **rezistenci** (odolnost) systému, tj. schopnost zabránit změně během působení rušivého faktoru, měřítkem je rozpětí mezi dvěma stavy (čím menší je rozdíl mezi normálem a odchylkou, tím je systém odolnější),
- **resilienci** (pružnost) systému, tj. schopnost vrátit se k normálnímu stavu po skončení působení rušivého faktoru. Měřítkem je čas, za který dojde k obnově normálního stavu.

Rezistentní systém dokonale uchovává svoji strukturu vůči rušivým podnětům až po určitou hranici, ale po jejím překročení se rychle hroutí a rozpadá (podobně jako sklo). **Resilientní systém** se mění už při nízké intenzitě rušivého podnětu, ale i při jeho vysoké intenzitě a případných změnách své struktury si uchovává schopnost vrátit se do normálního stavu (podobně jako guma). Agroekosystémy mohou ve svých charakteristikách značně kolísat, tj. vykazovat značnou rezistenci a přesto (nebo právě proto) být vysoce resilientní.

Pro podněty, které svou intenzitou nepřekročí hranice homeostatického pole systému (tj. v rozsahu lokální stability), nemá rozlišování rezistence a resilience velký smysl, protože v obou případech je zachována stabilita. Vůči podnětům mimořádné intenzity, které překračují hranici homeostatického pole systému, však není žádný systém rezistentní. Rozhodujícím faktorem stability se stává resilience, tj. adaptabilita na působení nepříznivých (stresových) faktorů.

Při zajišťování stability agroekosystémů jde méně o odolnost ve smyslu rezistence (rigorózního uchování struktur až do okamžiku nezvratné změny), ale více o pružnost ve smyslu resilience (změnu struktury již při malé intenzitě podnětů).

1.9 Externality

Tradiční ekonomie se zabývá pouze těmi přírodními zdroji, které jsou surovinami a energetickými zdroji, či poskytují služby (rekreace) a u nichž se předpokládá poptávka v budoucnosti, tj. jejich zásoba je omezená nebo nedostatečná. Ekonomie hledá i optimální cestu jejich užití (ve smyslu maximalizace blaha v každém čase). Moderní ekologové však nevztahují udržení (či růst) blaha společnosti k omezené dostupnosti jednoho nebo několika

zdrojů. Jako problém je chápána sama příroda, přesněji **stabilita světového ekosystému**, jehož je lidský život aktivní součástí.

Externality jsou vedlejší (často skryté) účinky zemědělské činnosti na vnější prostředí. Externality vznikají tehdy, když individuální rozhodování při produkci nebo spotřebě přímo ovlivní spotřebu nebo produkci ostatních spotřebitelů jinak než prostřednictvím trhu (např. výrobce papíru znečišťuje vodu v řece a znemožňuje dalším výrobcům a spotřebitelům tuto vodu po proudu používat).

Za **kladné externality** jsou považovány společenské přínosy, které jsou vytvářeny společně se zemědělskou produkcí. Současné zemědělství je však v důsledku svého zaměření intenzity a struktury spíše tvůrcem **negativních (záporných) externalit**, které snižují kvalitu životního prostředí a přírodních zdrojů. Vzniká rozdíl mezi soukromými a společenskými náklady a prospěchy. Každá jednotka zemědělské produkce (a tím spíše nadprodukce) je tak zatížena určitými **vnějšími** (společenskými) **náklady.**

Jestliže připustíme, že zemědělská produkce je vždy spojena se souběžnou produkcí externalit, jsou zemědělské výrobky z tohoto hlediska svou povahou produkty **(statky) smíšeného charakteru**. Externality jsou jejich součástí a z hlediska zemědělského výrobce mají charakter vnějších účinků (nákladů, respektive přínosů). Zahrnutím vnějších účinků do privátních nákladů nebo přínosů jsou tyto účinky **internalizovány**. Vnější účinky mohou představovat společenské náklady nebo přínosy, jestliže zatěžují, či zvýhodňují celou komunitu (zemi, region, lokalitu, obec). Část vnějších účinků dopadá na jiné soukromé podnikatele a část může také působit v samotných zemědělských subjektech (např. zhoršenou kvalitou vody z vlastních zdrojů, či degradací vlastní půdy, nebo bezprostředního okolí).

O **veřejném zboží (statcích)** v zemědělství hovoříme tehdy, jde-li o samostatnou, tj. od vlastní zemědělské produkce oddělenou, veřejně prospěšnou produkci zboží a služeb. Toto zboží nelze realizovat na trhu a musí být hrazeno z veřejných prostředků (tj. ze státního rozpočtu a z rozpočtu veřejnoprávních institucí či z rozpočtu obcí ap.). Na rozdíl od **soukromých statků** je u veřejného zboží oslabena role vlastnických práv, jeho spotřeba není vylučitelná (nebo je vylučitelnost nežádoucí). Příkladem veřejného zboží může být veřejné osvětlení, ze kterého může mít užitek a nebrání tím ve stejném užitku jiným.

Jestliže u záporných externalit známe rozdíl mezi způsobenými škodami a společenskými náklady na jejich odstranění, lze odvodit ekonomicky optimální standardy zemědělské produkce (např. v podobě limitů vstupů, koncentrace zvířat ap.). Lze tak také identifikovat farmy, které v souhrnu produkují kladné externality, tj. zatěžující svou výrobou

životní prostředí do úrovně požadovaných standardů. Přímé stanovení ekologických limitů je v praxi obtížné, proto jsou zpravidla používány následující postupy:

- Množství záporných externalit je regulováno obecnou legislativou k ochraně přírody, krajiny, domova a spotřebitelů, na kterou navazují reálně dosažitelné (případně z mezinárodních dohod vynucené) limity poškozování životního prostředí. Každý zemědělský subjekt by měl zajišťovat svou produkci tak, aby nepřekračoval zadané limity. Nepřekročení limitů však nezakládá subjektu „nárok" na deklarování produkce kladných externalit.
- Produkce kladných externalit je spojována s předpokládaným významným snížením zátěže životního prostředí na základě přesně definovaných standardů činnosti (výrobních postupů), případně standardů výstupů. Jejich dosahování je buď dobrovolnou záležitostí (např. ekologické zemědělství), nebo je pro specifické situace, lokality a regiony vynucováno zvláštní legislativou (např. pravidla DZES jako součást Cross Compliance, Nitrátová směrnice, zákazy hnojení v ochranných pásmech vod, atd.).

Problémy kvantifikace a oceňování kladných externalit a veřejného zboží

Na přínosech z kladných externalit a veřejného zboží se zpravidla podílí obyvatelé celé komunity a to jako spotřebitelé materiálních statků s vyšší kvalitou (potravin, vody) nebo jako spotřebitelé nemateriálních statků vyšší kvality:

- přímo, v podobě přímé návštěvy krajiny, turistiky, pobytu v přírodě (**participační přínosy**),
- nepřímo, bez přímého kontaktu s těmito statky, avšak s vědomím existence zachovaných kulturních, historických a ekologických hodnot (**neparticipační přínosy**).

Kladné externality je velmi obtížné přímo kvantifikovat. Ve vztahu k přírodním zdrojům lze kvantifikaci externalit nepřímo a velmi orientačně vyjádřit např. v počtu hektarů půdy s výrazně extenzivní výrobou, nebo lze kvantifikaci externalit upřesnit na základě tzv. „**účetnictví živin**". Prakticky nemožná je přímá kvantifikace kladných externalit ve vztahu k tvorbě krajiny a přírody (jestliže ji opět nezjednodušíme na výměru chráněných krajinných oblastí, národních parků apod., nebo jestliže nepoužijeme pro tyto účely míru ochoty spotřebitelů za kvalitu krajiny platit).

Některé kladné externality lze částečně internalizovat jejich spojením s hlavními produkty a realizovat je na trhu, kde je zaplatí spotřebitelé. Klasickým případem jsou produkty ekologického zemědělství. Analogicky se to může týkat zavedení všeobecně přísnějších ekologických standardů a ekologických daní na vstupy, které zvyšují náklady na výrobu hlavních produktů.

Většinu kladných externalit a zboží veřejné povahy nelze realizovat na trhu. Jejich ocenění a úhrada musí být přesunuty obecně na daňové poplatníky, tedy na rozpočty zemí, regionů či obcí. Ocenění je pak většinou složitou, politicky konsensuální záležitostí.

1.10 Jiné funkce zemědělství

Ekonomické podmínky zemědělství ve světě a zvláště v Evropě se v posledních letech rychle mění. V EU jsou omezovány podpory cílené na zvýšení produkční kapacity zemědělství. Velký důraz je přitom kladen na rozvoj venkova v jednotlivých regionech. Tyto změny v zemědělské politice také značně ovlivňuji priority v agronomii a ve vědách zabývajících se produkcí polních plodin. Vzrůstá **potřeba integrace současných poznatků** více holistickým způsobem na úkor dříve převládajícího analytického výzkumu na úrovni plodin. Lze předpokládat, že na rozvoji agronomických věd se budou stále více podílet multidisciplinární výzkumné týmy řešící komplexní problémy v agroekosystémech.

Produkce většího množství potravin a jiných zemědělských komodit z menší výměry půdy při menší spotřebě vody a energie vyžaduje využití nejmodernějších technologií a způsobů hospodaření, respektujících ekologická omezení. Zemědělství v Evropě může profitovat z rozvinutých rostlinných věd zaměřených na šlechtění plodin, produkci plodin, úrodnost půdy, výživu rostlin a produkční ekologii. Perspektivu do budoucnosti nabízí biotechnologie a genetické inženýrství. Na úseku obecné produkce rostlinné potom výzkum zemědělských systémů a precizní zemědělství, které integruje kvantitativní informace o prostorové a časové variabilitě půdních a povětrnostních podmínek pro optimalizaci způsobů hospodaření i pěstebních technologií polních plodin.

Časté tendence k chápání zemědělství podobným způsobem jako průmyslové a komerční aktivity (dosažení přidané hodnoty při konverzi vstupů do obchodovatelných produktů) ignorují podíl zemědělství na ochraně životního prostředí prostřednictvím neobchodovatelných produktů. Mezi příspěvky zemědělství k tvorbě životního prostředí patří:

Recyklace uhlíku

Rostliny fungují jako filtry vzduchu, které konvertují CO_2 z atmosféry na cukry a zpětně produkují kyslík. I když hlavním producentem O_2 je plankton v mořích a oceánech, každá větší redukce množství zelené hmoty rostoucí na zemi vede ke zvětšování množství CO_2 v atmosféře a tím i tzv. skleníkového efektu. Při vyprodukování každého kilogramu sušiny biomasy na poli jsou z atmosféry odčerpány 3 kg CO_2 a zpět uvolněny 2 kg kyslíku. Např. obilniny pěstované

v Evropě na cca 37 mil. ha odčerpávají z atmosféry každý rok cca 1 bilion tun CO_2, což odpovídá 33 % všech emisí v Evropské unii (3,004 mil. tun CO_2). Na rozdíl od obecně přijatého veřejného mínění je intenzívní zemědělství nejlepší způsob omezení skleníkového efektu. V tabulce 13 je provedeno srovnání spotřeby CO_2 pšenicí a kukuřicí s listnatými a jehličnatými lesy.

Tabulka 13: Fotosyntéza, bilance CO_2 a čistota vzduchu

	C 3 rostliny pšenice	**C 4 rostliny kukuřice**	**Lesy intenzivní /extenzivní**
Respirační ztráty (mg CO_2 na 1 dm^2 zelené plochy za 1 hodinu)	2 - 4	0,2 - 0,4	
Tvorba sušiny (mg CO_2 na 1 dm^2 zelené plochy za 1 hodinu)	10 - 30	50 - 70	
Produkce sušiny na 1 ha (tuny za 1 rok)	22 + 3,3	38,6 + 16,9	13 (buk) /4 (borovice)
CO_2 odčerpaný za 1 rok sklizní ($t.ha^{-1}$)	24	42	19 / 6

Recyklace vody

Existuje přímý vztah mezi množstvím vyprodukované sušiny a množstvím vody uvolněné do atmosféry evaporací, které má význam i pro recyklaci vody. Když voda není využita porosty, může být ztracena povrchovým odtokem. Z celkového množství srážek dopadajících na souši pochází kolem dvou třetin ze suchozemské evapotranspirace a většina tohoto množství vzniká výše uvedeným způsobem. Při současné úrovni zemědělské produkce se na každý kg sušiny biomasy spotřebovává cca 500 litrů vody. Vyčlenění zemědělské půdy mimo produkci (set aside) vede ke snížení produkce biomasy a tím i transpirace. Z tohoto hlediska má proto negativní vliv. Lze argumentovat tím, že zemědělství nespotřebovává vodu, ale konvertuje ji a tím zabezpečuje přínosy spočívající ve filtraci vody a v beznákladové transformaci do nových oblaků přinášejících nové srážky. Tyto vztahy by měly být zohledňovány při stanovení ceny závlahové vody.

Eliminace těžkých kovů

Zemědělství může pěstováním vhodných plodin přispět k odstraňování těžkých kovů (jako je olovo nebo kadmium) ze životního prostředí (remediace). Např. pěstování vodního hyacintu na okrajích velkých měst umožňuje odstraňování těchto a jiných kovů z vody znečištěné odpadky.

Eliminace organického odpadu

Zemědělství obecně nabízí nejlepší způsoby pro recyklaci organických odpadů z měst nebo od hospodářských zvířat.

Utváření krajiny

Zemědělství utvářelo krajinu od samého začátku svého rozvoje nahrazováním lesních porostů ornou půdou a travními porosty. Zjednodušování agrosystémů často vede k nevratným škodám na venkovském životním prostředí.

2 STŘÍDÁNÍ PLODIN - OSEVNÍ POSTUPY

Vhodným střídáním plodin (osevními postupy) se lidé zabývali od dob, kdy se na půdě trvale usídlili a začali na ní hospodařit. Poznali, že úrodnost půd se vyčerpává neustálým pěstováním téže plodiny na témže místě. Prvým uspořádaným střídáním plodin v našich zemích bylo zavedení trojhonného hospodářství přibližně v 8.-9. století. Umožnilo trvalé a stálé obdělávání půdy střídáním ozimu, jařiny a úhoru. Jako důležitý činitel v rozvoji zemědělské výroby bylo střídání plodin plně uplatněno ve druhé polovině 18. století. Uskutečňovalo se zprvu podle zkušeností, později byly využívány nové poznatky technické inovace, které vedly k závěrům, že úrodnost půdy se dá udržet a zvyšovat správným obděláváním a hnojením pěstovaných plodin a také jejich střídáním.

Po druhé světové válce byl významným pracovníkem v oblasti experimentální a vědecké práce na úseku střídání plodin prof. Dr. Ing. Jaroslav Šimon, DrSc. (1895-1968), profesor Vysoké školy zemědělské v Brně, který dlouhá léta rozhodujícím způsobem ovlivňoval výzkum na prověření předplodinové hodnoty plodin a zavádění osevních postupů do praxe. Z dalších pracovníků vynikali na tomto úseku Doc. Ing. Vladimír Černý, CSc. a Ing. Milan Kos, CSc.

2.1 Význam a úkoly osevních postupů v agroekosystému

Osevní postup je střídání plodin v prostoru (na pozemcích) a v čase (v jednotlivých letech) podle nároků plodin a záměrů produkce. Plodiny osevního postupu se pravidelně střídají za sebou na jednotlivých polích (honech) a současně v letech v rámci tzv. rotace plodin. Historickým základem efektivního využívání vzájemného působení plodin při jejich střídání na pozemcích je **norfolkský osevní postup**, v němž se střídá jetelovina, ozim, okopanina organicky hnojená a jařina.

Osevní postup se správným střídáním plodin je stále jedním z nejúčelnějších agrotechnických opatření v rostlinné produkci, kterým se nezvyšují náklady na výrobu. Naopak umožňuje zvyšování produkce optimálním využitím přírodních podmínek při snížení negativních vlivů zemědělské činnosti na životní prostředí. Střídání plodin je tedy důležité z hlediska zachování a zvyšování půdní úrodnosti.

Osevní postup má úkoly produkční, ekonomicko-organizační a zúrodňující. Tvoří organizační základnu rostlinné produkce podniku. Vhodné střídání plodin má zajistit stabilizaci systému rostlinné produkce a tvorby biomasy k výrobě potravin, krmiv, energie, vláken aj. optimálním využitím půdního fondu daného území. Z hlediska ekonomicko-organizačního je

úkolem osevního postupu umožnit hladký, plynulý a včasný průběh veškerých agrotechnických opatření a zásahů při využití polí v požadované kvalitě a při využití strojového parku apod., aniž by docházelo k vytváření větších pracovních špiček. Osevní postup tím současně ovlivňuje celkovou produktivitu práce.

Osevní postup je tak základní metodou pro řešení biologických, chemických a fyzikálních aspektů půdní úrodnosti a dosažení kvality produktů s minimálními vstupy (pesticidů, manuální a strojové práce, hnojiv a dodatkové energie). Měl by být vytvořen jako nejlepší ze všech jiných možných rotací plodin. Krátkodobá hlediska trhu a zisku by měla být optimálně spojena s dlouhodobými zájmy ochrany půdní úrodnosti s minimálními potřebami na vstupy. V úvahu by měly být brány půdně-klimatické podmínky, infrastruktura, možnosti prodeje a zpracování produkce. Požadované výsledky mohou být dosaženy, jestliže je osevní postup vytvářen agroekologickým přístupem a obsahuje maximum pozitivních a minimum negativních interakcí mezi plodinami.

2.2 Vymezení základních pojmů

Plodina - rostlina pěstovaná k hospodářskému využití.

Plodina jednoletá - prodělává reprodukční cyklus v době jednoho roku. Dělí se na ***jařiny***, které se sejí a sklízejí v jednom vegetačním období a na ***ozimy***, které svou růstovou dobou zasahují do dvou vegetačních období.

Plodina dvouletá - v prvním vegetačním období vytváří vegetativní orgány, v druhém vegetačním období vytváří generativní orgány.

Plodina víceletá - poskytuje na stanovišti víceletý užitek bez obnovy výsevu nebo výsadby.

Plodina hlavní - její pěstování zaujímá celou nebo podstatnou část vegetační doby. Je k ní zaměřen výběr předplodin, příprava půdy a hnojení.

Meziplodina - je pěstovaná v meziporostním období mezi dvěma hlavními plodinami.

Krycí plodina - plodina, do které je podseta jiná plodina. Poskytuje podseté plodině v počátku růstu ochranu zastíněním.

Podsev - plodina setá současně nebo po zasetí krycí plodiny na stejný pozemek. Hlavní růst podsevu je v období po sklizni krycí plodiny.

Nosná plodina - zlepšující plodina jednotlivých článků osevního postupu (jeteloviny, luskoviny, hnojené okopaniny), plodina reprodukující půdní úrodnost.

Plodina první tratě - plodina hnojená chlévským hnojem.

Plodina druhé tratě - plodina pěstovaná po předplodině hnojené hnojem.

Plodina třetí tratě - plodina pěstovaná za delší období po plodině hnojené hnojem.

Předplodina - plodina zařazená ve sledu před pěstovanou plodinou.

Následná plodina - plodina zařazená ve sledu po pěstované plodině.

Porost - souhrn rostlin pěstovaných na určitém stanovišti.

Čistý porost - vytvářejí rostliny téže plodiny.

Smíšený porost - vytvářejí rostliny několika plodin. Rozlišujeme ***směsky*** - smíšené porosty, v nichž se plodiny vedle sebe plně vyvíjejí a sklízejí se současně, a ***sourosty*** - smíšené porosty, kde se jednotlivé plodiny sklízejí na sobě nezávisle.

Hospodářská skupina plodin - skupina plodin se stejným hospodářským využitím (zrniny, pícniny, technické plodiny atd.).

Pěstitelská skupina plodin - skupina plodin, která má podobnou pěstitelskou technologii (obilniny, jeteloviny, okopaniny)

Hon - plošná půdní jednotka střídání plodin v osevním postupu. Jednotlivé hony by měly být stejně velké (rozdíl ≤ 5 % průměrné výměry honu).

Hon celistvý - tvořený jedním půdním celkem

Hon dělený - tvořený z více samostatných půdních celků ohraničených neodstranitelnými překážkami (vodní toky, meze, hranice jiných kultur)

Hon blokový - hon s větší výměrou, vzniklý spojením (blokací) menších pozemků na sebe navazujících. Pěstuje se na něm jedna plodina nebo více plodin stejné pěstitelské skupiny, aby bylo racionální jejich obdělávání.

Mimohon - hon vyčleněný z rotace osevního postupu.

Pohyblivý hon - přechodně vyčleněný z rotace osevního postupu, za určité období se do rotace opět vrací.

Hon jednoduchý - na němž je pěstována jedna plodina.

Hon složený - na němž je pěstováno více plodin stejné pěstitelské skupiny.

Hon smíšený - na němž je pěstováno více plodin z různých pěstitelských skupin.

Hon zhuštěný - na kterém se pěstuje více plodin během vegetace buď současně (sourost), nebo po sobě (meziplodiny).

Sled plodin - pořadí plodin pěstovaných po sobě na stejném pozemku.

Článek osevního postupu - agrotechnicky opodstatněný, zpravidla dvou-až čtyřčlenný sled plodin. Několik skupinových sledů tvoří osevní postup.

Monokultura - opakované pěstování stejné plodiny po sobě na témže pozemku nepřetržitě po více let.

Osevní plán - plánovité rozmístění plodin na pozemcích zemědělského podniku v jednom roce.

Osevní postup – plánovité, agrotechnicky zdůvodněné střídání plodin z hlediska prostorového (na pozemcích) a z hlediska časového (v jednotlivých letech). Doba, kdy se na všech pozemcích vystřídají všechny pěstované plodiny, se nazývá *doba rotace.*

2.3 Zásady střídání plodin

Důvody pro střídání plodin na půdě vyplývají z celé řady komplexně působících činitelů. Jde zejména o vztah plodin k vodě, živinám, vlivu na půdní strukturu, způsob zakořeňování plodin, vztah plodin k plevelům, chorobám a škůdcům, obohacování půdy zbytky rostlin, reakci plodin na organické hnojení, délku meziporostního období a projevy únavy půdy (KOHOUT, ŠKODA, ZITA, 1992).

2.3.1 Biologická hlediska střídání plodin

2.3.1.1 Vliv pěstovaných plodin na strukturu a fyzikální vlastnosti půdy

Rostliny působí na strukturu půdy přímo a nepřímo. **Přímý vliv** plodin na půdu je výsledkem činnosti kořenového systému rostlin. Kořenový systém ovlivňuje strukturu půdy mechanicky, biologicky a chemicky. Mechanicky působí kořeny na stlačování půdy, což vyúsťuje ve tvarování zeminy do půdních agregátů. Tvorba agregátů je kromě účinku kořenů a agrotechniky podmiňována změnami objemu půdy chováním koloidů a půdních mikroorganizmů, a také makroedafonu. Indikátorem a stabilizačním faktorem zdravých půd jsou žížaly. Jejich výměšky jsou odolné vůči rozplavování a tlaku. Kromě toho mají pozitivní vliv na strukturu půdních agregátů a jejich stálost vůči vodě a mechanickým vlivům. Kořeny pěstovaných plodin vylučují exudáty a mikroorganizmy produkující látky, které strukturu ovlivňují. Mimo tyto biologické vlivy působí chemicky na stmelování agregátů humus, zejména huminové kyseliny. S dvojmocnými kationty Ca^{2+} a Mg^{2+} vytváří humát vápenatý a hořečnatý, které pozitivně působí na tvorbu drobtovité struktury půdy. Dvojmocné kationty Ca^{2+} a Mg^{2+}chrání půdní koloidy před peptizací.

Nepřímý vliv plodin spočívá v ochraně půdy rostlinným pokryvem. Rostlinný kryt chrání půdu před neproduktivním výparem, přehříváním půdy a dopadem dešťových kapek. K

rozrušování půdních agregátů dochází v důsledku mechanických zásahů i biologických a chemických pochodů v půdě. Jedná se například o nevhodné hnojení a zpracování půdy těžkou mechanizací, které způsobují nadměrné stlačování až zhutnění půdy, zvláště při vyšší vlhkosti půdy.

Vliv plodin na strukturu půdy se projevuje prostřednictvím:

- tvorby různého **množství kořenové hmoty**,
- rozdílné doby působení kořenového systému na půdu,
- rozdílné intenzity zpracování půdy,
- různého množství dodávaných organických hnojiv,
- rozdílného počtu pojezdů po pozemcích v rámci pěstební technologie včetně sklizně.

Největší pozitivní vliv na tvorbu půdní struktury mají jeteloviny a jetelotravní směsky, středně zlepšující účinek vykazují luskoviny, ozimá řepka a meziplodiny. Okopaniny s intenzivnějším zpracováním půdy do určité míry zhoršují stav půdy zvýšeným rozkladem půdní organické hmoty, ale jejich příznivé působení v osevním postupu a vysoká předplodinová hodnota je zajištěna pravidelným hnojením organickými a minerálními hnojivy. Obilniny více nebo méně strukturu půdy poškozují. Schematicky je možno hlavní plodiny seřadit podle schopnosti pozitivně ovlivňovat strukturu půdy následně: víceleté pícniny, luskoviny, ozimá řepka, ozimé obilniny, kukuřice, jarní obilniny, brambory, cukrovka, krmná řepa a len. Vliv plodiny na strukturu půdy může být změněn technologií a kvalitou zpracování půdy a použitým organickým hnojením. Podle **hloubky kořenového systému** rozlišujeme plodiny na mělkokořenící a hlubokokořenící. Mezi **mělkokořenící** plodiny patří obilniny, len, hrách, vikev, jetel bílý, brambory a všechny trávy. Tyto plodiny využívají vláhu a živiny především ze svrchních vrstev půdy. Mezi **hlubokokořenící** patří vojtěška, vičenec, komonice, některé luskoviny, lupiny a bob, ale také cukrovka a kukuřice. Jsou to plodiny, jejichž kořeny dosahují hloubku 1m a více. V podorničních vrstvách kořeny hlouběji kořenících rostlin vytvářejí kanálky, čímž dochází k zlepšení fyzikálních vlastností a celkového stavu půdy. Kořenová hmota představuje nejlépe rozmístěnou organickou hmotu v půdě, která je po mineralizaci zdrojem živin pro následné plodiny a má význam i jako humusotvorný materiál. Střídání hlubokokořenících a mělkokořenících plodin je proto velmi důležité při péči o úrodnost půdy.

2.3.1.2 Nároky plodin na obsah vody v půdě

Rozdílné nároky plodin na vodu způsobují, že sled plodin rozhoduje o využívání vody z půdy. **Náročné na vodu** jsou hlavně víceleté pícniny, jejich spotřeba vody za vegetační období je 380-400 mm, trvalé travní porosty až 450 mm, cukrovka 360-400 mm, brambory 300-

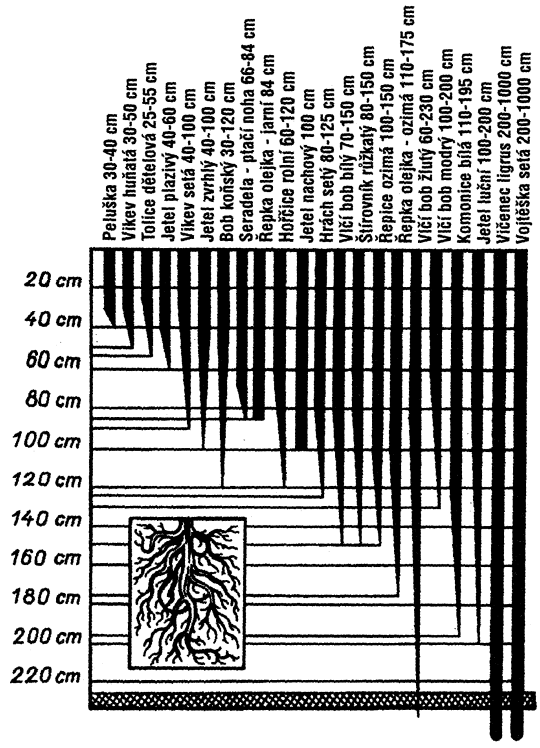
400 mm, kukuřice na zrno 300-320 mm, dovede však s vodou dobře hospodařit. Náročné na vodu jsou také bob, slunečnice a len. **Středně náročné na vodu** jsou obilniny se spotřebou 200-250 mm za vegetační období, z obilnin je nejnáročnější na vodu pšenice ozimá a žito ozimé, méně náročný ječmen jarní. Luskoviny na zrno potřebují 200 mm, krmné 250-260 mm, olejniny 210-240 mm, rané brambory 200 mm, podobně tabák a paprika. **Méně náročné na vodu** jsou ozimé a jarní směsky (180-200 mm), čiroky, sudanka, mohár a cizrna. Podle hloubky kořenového systému si však plodiny dovedou vodu opatřit. Nejhlubší kořenový systém má vojtěška, která si vodu dovede dobře zajistit i z větších hloubek, avšak vysušuje tím půdu. Dobře si vodu osvojují všechny plodiny s dobře vyvinutým kořenovým systémem (Obr. 11).

Spotřeba vody jednotlivými plodinami závisí rovněž na hodnotách jejich transpiračních koeficientů (spotřeba vody v litrech na vytvoření jednoho gramu sušiny biomasy) a dosahovaných výnosech. V sušších oblastech tak mohou vysoké výnosy snižovat výnosy následných plodin. Proto je do střídání plodin v některých situacích zařazován úhor, který neodčerpává vodu.

2.3.1.3 Nároky plodin na živiny

Plodiny mají rozdílné nároky na jednotlivé živiny, které odebírají z půdní zásoby nebo z dodaných hnojiv, proto je i z těchto důvodů účelné střídání plodin. Obilniny jsou více náročné na anionty, okopaniny na kationty, víceleté pícniny na vápník a draslík. Při odběru a využití živin z půdy je důležitá velikost kořenového systému jednotlivých plodin. Mohutný kořenový systém umožňuje příjem většího množství živin i jejich příjem z větší hloubky půdy. Náročnost plodin na živiny souvisí i s osvojovací schopností kořenového systému. Dobře si osvojují živiny víceleté pícniny, z obilnin lépe žito a oves, z okopanin lépe cukrovka než brambory, z dalších plodin lupina, pohanka a hořčice. Význam má i délka vegetační doby, po kterou plodina může živiny přijímat. Plodiny s vyšším výnosovým potenciálem a kratší vegetační dobou jsou obvykle náročnější na živiny, než plodiny s delší vegetační dobou. Jařiny vyžadují více pohotových živin než ozimy. Důležitou roli v

Obrázek 11: Schematické znázornění hloubky zakořeňování některých plodin



zabezpečování rostlin živinami hrají bobovité plodiny pro jejich schopnost poutat vzdušný dusík pomocí hlízkových bakterií, a také převod fosforu, draslíku a vápníku z větších hloubek a do přístupných forem. Vojtěška a jetel luční zanechávají asi 40% fixovaného dusíku v kořenech, kdežto u luskovin se poutaný dusík převádí ve větší míře do nadzemních částí, zejména do semen. Z toho důvodu je zařazování bobovitých plodin do osevního postupu účelné.

Náročné plodiny na živiny jsou především okopaniny, olejniny, z obilnin pšenice, ječmen, kukuřice, dále některé zeleniny (rajčata a okurky), speciální plodiny.

Méně náročné plodiny na živiny jsou víceleté pícniny, luskoviny, žito a oves.

2.3.1.4 Únava půdy a snášenlivost plodin

Pří nerespektování zásad střídání plodin může dojít k tzv. únavě půdy, zvláště při opakovaném, nebo příliš častém pěstování některých plodin na témže pozemku. Půda se pak projeví jako dočasně nevhodná pro tutéž nebo příbuznou plodinu, nikoliv však pro plodiny jiné.

Příčinou únavy půdy může být:

- nedostatek některých živin, včetně stopových prvků, kdy dochází k jednostrannému odčerpání určitých živin,
- zhoršení fyzikálního stavu a struktury půdy v důsledku nadměrné ulehlosti nebo zhutněním půdy,
- přemnožení a nahromadění biotických škodlivých činitelů v půdě, např. háďátek,
- porušení biologické rovnováhy v půdě, zejména společenstev mikroorganizmů,
- vylučování toxických výměšků kořenovým systémem rostlin, nebo působení meziproduktů rozkladu organické hmoty posklizňových zbytků. V této souvislosti se uplatňuje i tzv. alelopatie, tj. vzájemné ovlivňování vyšších rostlin konkurenčními nebo antagonistickými vztahy, spočívající ve vylučování fyziologicky aktivních látek, většinou negativně působících na jiné druhy rostlin. Alelopaticky působí i některé posklizňové zbytky rostlin (při jejich rozkladném procesu) a výměšky kořenů některých plevelů.

Jednotlivé příčiny únavy půdy jsou vysvětlovány třemi teoriemi:

- **teorie nedostatková**, která vznik únavy vysvětluje odčerpáním některých živin nebo nepříznivou strukturou půdy,
- **teorie toxinová** se zaměřuje na inhibiční působení meziproduktů rozkladu, zvláště fenolových látek,
- **teorie organizmová** zdůvodňuje půdní únavu porušením biologické rovnováhy populací mikroorganizmů nebo přemnožením škodlivých činitelů.

Výše uvedené procesy a vztahy ovlivňují snášenlivost rostlin téhož druhu při jejich pěstování po sobě nebo v kratším časovém intervalu, jakož i maximální zastoupení (%) té které plodiny v osevním postupu.

Plodiny po sobě nesnášenlivé vyžadují delší časový odstup při jejich opětovném pěstování na stejném pozemku. Nejdelší časový odstup (minimálně 6 let) vyžaduje len, cukrovka 4-6 let, jetel červený 4-6 let, ozimá řepka 4-6 let, oves 3 roky.

Plodiny středně snášenlivé jsou luskoviny 3-4 roky, jetel bílý a švédský 3-4 roky, brambory 3-4 roky, obilniny 1-2 roky (lze i po sobě), mák 3-4 roky, vojtěška 3 roky, aj.

Plodiny snášenlivé jsou kukuřice a sója. Kukuřice snáší pěstování i několik let po sobě.

2.3.1.5 Regulace chorob a škůdců

Opakované nebo časté zařazování stejných nebo příbuzných plodin na témže stanovišti podporuje rozvoj specifických chorob a škůdců. U obilnin způsobuje choroby kořenů a pat stébel, u lnu fuzariózu lnu, u košťálové zeleniny nádorovitost kořenů košťálovin, u jetelovin rozvoj cévních chorob. Ze specifických škůdců je zvláště významné háďátko řepné, háďátko bramborové, háďátko ovesné, cibulové a česnekové. Na obilninách se šíří také padlí travní, případně rzi.

V polních plodinách žijící škodlivé organizmy se liší mobilitou. Mohou být stále přítomné (žijící v půdě a málo mobilní), až zřídka se vyskytující (žijící v ovzduší a velmi mobilní). S ohledem na jejich šíření je třeba pamatovat na prostorovou a časovou izolaci při rozmísťování plodin na jednotlivé hony.

Organizmy žijící v půdě jsou logicky nejcitlivější na střídání plodin. Druhů této skupiny je celá škála, od plodinově nespecifických (polyfágové), které jsou na plodinu málo citlivé, až po velmi citlivé a plodinově specifické (monofágové a oligofágové). Pouze škodlivé monofágy a oligofágy lze efektivně regulovat střídáním plodin. Škodliví polyfágové mohou být biologicky regulováni pomocí jiných druhů (predátorů) a pěstebními opatřeními (včetně aplikace pesticidů).

Organizmy částečně žijící v půdě, zvláště ty, které jsou plodinově specifické, jsou logicky také pouze částečně citlivé na střídání plodin. Škodliví oligofágové a monofágové z této skupiny mohou být regulováni střídáním plodin v rámci osevního sledu, jestliže je ve všech letech hostující plodina umístěna na pole, které je co nejvzdálenější od místa (pole) jejího pěstování v předcházejícím roce.

Organismy žijící v ovzduší jsou logicky nejméně citlivé na střídání plodin. Škodliví polyfágové z této skupiny mohou být regulováni pouze biologicky pomocí jiných druhů, nebo

pomocí pěstebních opatření. Škodlivé monofágy a oligofágy lze regulovat pěstováním plně, nebo alespoň částečně rezistentních odrůd. Rotace a diverzifikace plodin může podstatně přispět k regulaci škodlivých monofágů a oligofágů jestliže je prováděna na regionální úrovni.

2.3.1.6 Regulace plevelů

Citlivost plevelů na střídání plodin souvisí se schopností jejich konkurence o světlo, vodu a živiny. Konkurenceschopnost plevelů také závisí na jejich schopnosti uniknout regulačním pěstebním opatřením nebo regenerovat po jejich provedení. Kulturní rostliny mají ve vztahu k plevelům různou konkurenční schopnost. Podle toho je rozdělujeme do tří skupin:

- **plodiny vytvářející hustě zapojené porosty** se včasnou sklizní - jeteloviny, jetelotravní směsky, travní porosty, luskovinoobilní směsky a plodiny na zelenou píci,
- **plodiny vytvářející středně zapojené porosty**, především obilniny na zrno, které umožňují rozvoj plevelných trav a některých dvouděložných plevelů,
- **plodiny řídce zapojené** - okopaniny, částečně i luskoviny a olejniny.

Ve zvýšené míře se u ozimů vyskytují ozimé plevele, u jařin časně jarní plevele, v okopaninách pozdně jarní plevele a víceleté pícniny jsou zaplevelovány převážně dvou- a víceletými pleveli. Vhodné střídání plodin omezuje výskyt jednotlivých skupin plevelů. Pozemky, na nichž je prováděna úzká rotace plodin, jsou obvykle zaplevelovány více než pozemky, které jsou součástí pestrého osevního postupu. Např. při vysokém zastoupení obilnin v osevních postupech dochází k nárůstu zaplevelení jednoděložnými plevely.

2.3.2 Pěstitelská hlediska

Pěstitelská hlediska při střídání plodin se souhrnně vyjadřují tzv. **předplodinovou hodnotou**, která je výsledkem společného působení morfologických a fyziologických vlastností plodin s jinými faktory působícími na půdu a následnou plodinu:

- stupněm zastínění (stínové garé),
- délkou vegetační doby plodiny (délka doby krytu),
- vlivem kořenového sytému plodiny na půdní vlastnosti, především na strukturu půdy,
- množstvím a kvalitou posklizňových zbytků (zvláště poměrem C:N),
- odčerpáním živin z půdy,
- odčerpáním půdní vody (vysoušení půdy),
- dobou sklizně (čas na přípravu půdy k následné plodině),
- ostatními činiteli (zaplevelení, choroby, škůdci apod.).

Významným faktorem pro hodnocení předplodinové hodnoty plodiny je množství a kvalita posklizňových zbytků, které jsou jedním ze zdrojů organické hmoty dodávané do půdy. Posklizňové zbytky, jejich nadzemní hmota i kořenový systém, mohou krýt bilanci organických látek v ornici v průměru z 50-60 %, zbytek je nutno uhradit organickým hnojením. Největší množství posklizňových zbytků v půdě zanechávají víceleté pícniny, hlavně vojtěška (6-8 $t.ha^{-1}$), obilniny 1-2,5 $t.ha^{-1}$, luskoviny a olejniny 0,5-2 $t.ha^{-1}$, okopaniny 0,5-1,5 $t.ha^{-1}$. **Rychlost rozkladu** posklizňových zbytků závisí na půdních vlastnostech, stáří plodiny a na **poměru C:N**. Čím je hmota posklizňových zbytků chudší dusíkem, tím pomaleji se rozkládá. Obsah dusíku v kořenové hmotě je poměrně stálý. Nejvíce dusíku je v kořenech jetelovin a luskovin, např. po vojtěšce zůstává v půdě až 160 $kg.ha^{-1}$ (poměr C:N = 12 až 16:1). Předplodinová hodnota závisí také na obsahu ostatních živin v posklizňových zbytcích, zvláště P a K. Množství P v kořenech se pohybuje v rozmezí 5-10 $kg.ha^{-1}$, u jetelovin i více než 30 $kg.ha^{-1}$, množství K se nachází v rozmezí 15-30 $kg.ha^{-1}$. Z uvedeného vyplývá, že je nutné střídat plodiny s vysokou produkcí kvalitních posklizňových zbytků (víceleté pícniny) s plodinami s menší produkcí (poměr C : N obilní slámy je = 50-80 : 1), nebo plodiny se střední produkcí (poměr C : N = 15-20 : 1) s obilninami apod. Plodiny produkující nejmenší množství posklizňových zbytků jsou obvykle hnojeny organickými hnojivy.

Z pěstitelského hlediska se úroveň předplodinové hodnoty dělí do několika skupin:

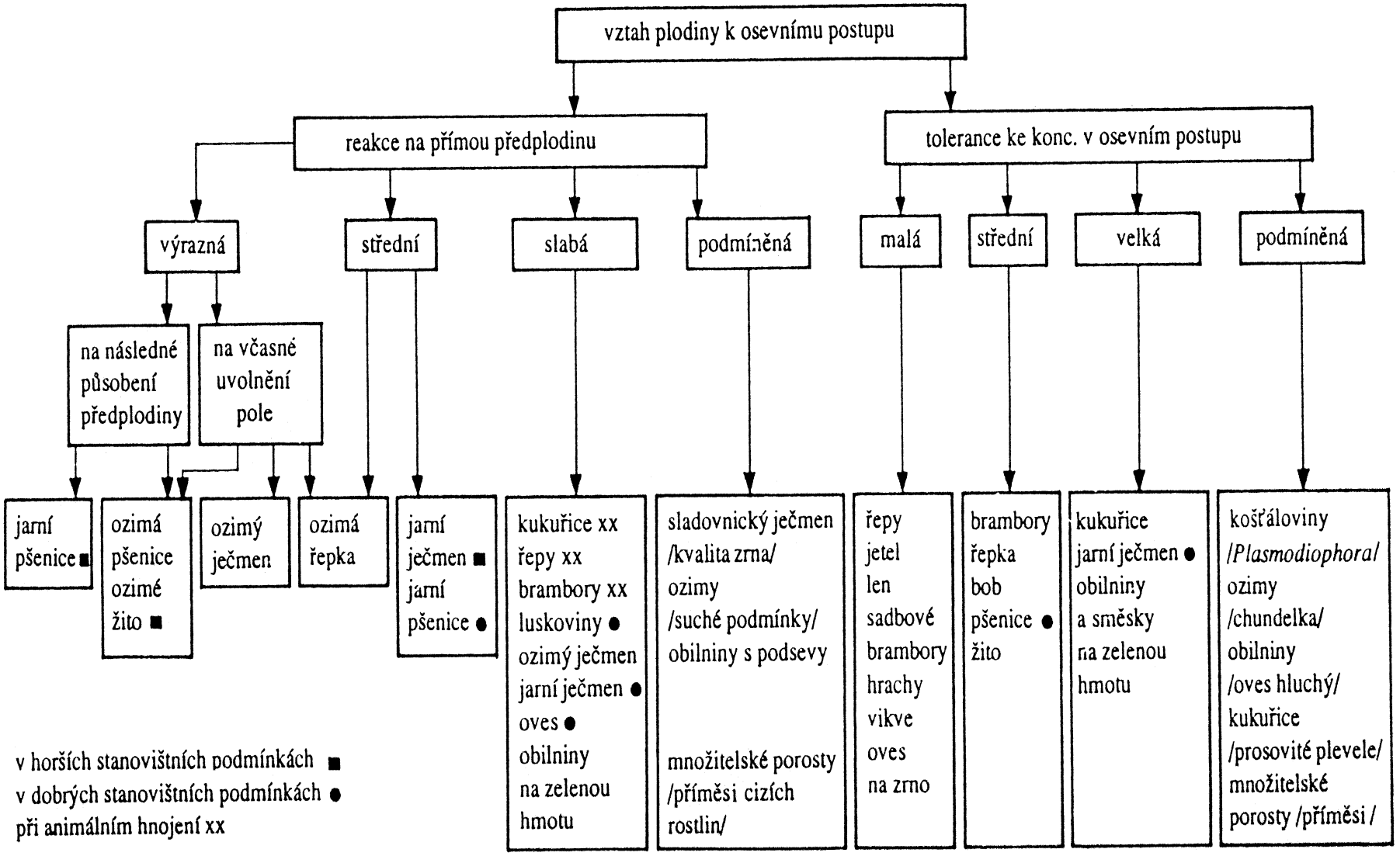
- **zlepšující a dobré předplodiny** jsou plodiny bobovité (jeteloviny, luskoviny, jetelotravní a luskovinoobilní směsky), plodiny lilkovité (brambory, rajčata, papriky), cibulovité zeleniny (cibule, česnek, pór), plodiny brukvovité (ozimá řepka a některé zeleniny), některé listové zeleniny (špenát, salát), okurky, hnojené olejniny (mák), přadný len, konopí, tabák,
- **středně dobré předplodiny** jsou hnojem hnojené řepy a kukuřice a jednoleté pícniny,
- **slabé až špatné předplodiny** jsou v našich podmínkách obilniny (pšenice, ječmen, žito a oves),
- **velmi špatné předplodiny** jsou hustě setá slunečnice na zeleno, mrkev a petržel.

Vztahy mezi předplodinou a následnou plodinou v osevním postupu jsou schematicky znázorněny na obrázku 12.

2.3.3 Organizační a ekonomická hlediska

Při sestavování osevních postupů je třeba uvést do souladu biologická a pěstitelská hlediska s organizačními a ekonomickými hledisky, je nutno zvážit délku vegetační doby každé plodiny s ohledem na předseťovou přípravu pro následnou plodinu a její dobu setí. Při střídání plodin by mělo být maximálně **využíváno meziporostní období** mezi dvěma hlavními

plodinami **zařazováním různých typů meziplodin a jejich směsí,** s dodržením agrotechnických termínů optimální doby výsevu nebo výsadby plodin. V posledním desetiletí se meziporostní doba zkracuje prodloužením vegetační doby výkonných odrůd dusíkatým hnojením. Při navrhování sledu plodin je třeba dbát na plynulost výroby, zabezpečení a využití techniky a pracovních sil bez pracovních špiček.



Obrázek 12:: Vzájemný vztah mezi předplodinou a následnou plodinou

Organizační hledisko střídání plodin tak spočívá v jejich vhodném střídání včetně využití meziporostního období a ve vhodné odrůdové skladbě pěstovaných plodin s různě dlouhou vegetační dobou.

Ekonomické hledisko střídání plodin spočívá v jejich výběru a zařazení do osevního postupu tak, aby byly zajištěny požadavky živočišné výroby zemědělského podniku a zisk prodejem rostlinných komodit.

Dobře zvolený osevní postup je beznákladové opatření v rostlinné produkci, zvyšující výnosy jednotlivých plodin a udržující úrodnost půdy.

2.3.4 Způsoby střídání plodin

Sled plodin v osevním postupu je možno realizovat následujícími způsoby:

- Při **jednoduchém** (klasickém) **střídání plodin** se střídá širokolistá plodina s úzkolistou; ideálním příkladem tohoto způsobu střídání je tzv. norfolkský osevní postup - jetelovina, ozimá obilnina, okopanina, jarní obilnina. Tento osevní postup má stejný počet plodin zlepšujících a zhoršujících.

Obrázek 13: Norfolkský osevní postup

- Další možností je tzv. **dvojité střídání plodin** podle Könneckeho (1908-1992), které také vyžaduje stejné zastoupení zlepšujících a zhoršujících plodin a kde se střídají dvě plodiny „listnaté“ s dvěma „stébelnatými“. Tento způsob střídání je málo používán v dnešní době z důvodu většího procenta pěstovaných obilnin (stébelnaté plodiny). Vhodné je jeho uplatnění zejména v sušších podmínkách kukuřičné výrobní oblasti, kde vojtěška odčerpá příliš mnoho vody z půdy, přičemž následné plodiny jako kukuřice a směsky na zeleno vodní režim v půdě upraví. Po nich následující ozimá pšenice má pak vhodnější vláhové podmínky, po ní může být zařazen na vláhu méně náročný jarní ječmen (sled : vojtěška - jednoletá pícnina - pšenice ozimá - ječmen jarní).

- Častěji se využívá střídání plodin v rámci tzv. **skupinových sledů**, kde na širokolistou plodinu navazují dvě úzkolisté. V žádném osevním postupu by neměla chybět zúrodňující bobovitá plodina.

Osevní postupy bývají kombinací různých způsobů střídání plodin podle jejich potřebného zastoupení. Nevhodnost předplodiny lze částečně kompenzovat kvalitním zpracováním půdy, hnojením a pesticidy, jsou to však způsoby zvyšující vstupy a náklady na hospodaření.

Výsledky sledování stacionárních pokusů ukazují, že norfolkský osevní postup se z hlediska zajištění produkční úrovně i úrodnosti půdy jeví jako nejlepší. Při zvyšování podílu obilnin v osevním postupu se produkce i úrodnost půdy snižují.

2.4 Nároky hlavních plodin na zařazení do osevního postupu

V rámci osevního postupu je plodina předcházející před danou plodinou označována jako **předplodina**, po ní následující je **následná plodina**. Hodnota předplodiny je dána několika faktory, kterými následně pěstovanou plodinu ovlivňuje a vytváří určité podmínky pro její růst a vývoj. Tak se vliv předplodiny projevuje ve výživě následné plodiny (hlavně dusíkem, ale i jinými prvky), uplatní se na výskytu chorob, škůdců a plevelů, a také na vodním režimu následné plodiny.

2.4.1 Obilniny

Obilniny u nás zaujímají stále 50 i více procent orné půdy. Z výsledků pokusů i zkušeností zemědělské praxe je známo, že pro obilniny je předplodina významným faktorem při tvorbě výnosu (Obr. 12). Většinou nelze vliv nevhodné předplodiny vyrovnat ani vyššími dávkami minerálních hnojiv, zvláště v méně příznivých podmínkách.

Hlavním limitujícím faktorem zařazení a koncentrace obilnin v osevním postupu jsou **choroby pat stébel a kořenů** (*Pseudocercosporella herpotrichoides* a *Gaeumannomyces graminis*). Nejvíce jsou jimi napadány a poškozovány ozimá pšenice a ozimý ječmen, středně jarní ječmen a žito a nejméně oves. Při vyšším zastoupení obilnin na orné půdě mají tyto choroby stoupající tendenci výskytu. Také skladba druhů obilnin s vyšším podílem obilnin náchylnějších k těmto chorobám má na výši výskytu chorob pat stébel vliv. Poněvadž k likvidaci patogenu v půdě je zapotřebí delší přestávka v pěstování obilnin (u *Pseudocercosporella herpotrichoides* nejméně dva roky), je nutno při současné struktuře plodin počítat s větším rizikem jejího výskytu.

Obilniny (kromě ovsa) odčerpávají z půdy jen **pohotové živiny.** V půdě zanechávají střední **množství posklizňových zbytků** (kořenové hmoty a strniště) mimo ječmene jarního. Jejich kvalita je nízká v důsledku širokého poměru C:N. Široký poměr C:N vyvolává tzv. „dusíkovou depresi".

Obilniny umožňují **větší zaplevelení půdy** zejména lipnicovitými pleveli, např. pýrem plazivým, ovsem hluchým, chundelkou metlicí, ale též některými dvouděložnými pleveli - hlavně svízelem, rmeny, heřmánkovci a v poslední době violkou rolní a trojbarevnou.

PŘEDPLODINY	NÁSLEDNÉ OBILNINY					
	Pšenice ozimá	Pšenice jarní	Žito ozimé	Ječmen jarní	Ječmen ozimý	Oves
Pšenice ozimá	2	2	2		3	
Pšenice jarní	2	2	2	2	2	2
Žito ozimé	2	2	2		3	
Ječmen jarní	3	3	2	2	3	2
Ječmen ozimý	3	3	3	3	3	3
Oves			2	2	2	
Kukuřice na zrno	3		3			
Luskoviny						
Lusk.obil. směsky						
Cukrovka	3					
Brambory	3		3		3	
Vojtěška	1		1		1	
Jetel, jetelotráva						
Kukuřice na siláž	3		3		3	
Řepka ozimá						
Len						

velmi vhodná předplodina
nevhodná předplodina
podmíněně vhodná předplodina
vhodná předplodina s vyšší dávkou prům. hnojiv

1 = s výjimkou sušších oblastí
2 = v případě, že obilní předplodina následuje po víceletých pícninách nebo hnojem hnojených okopaninách
3 = v příp. včasné sklizně předplodiny

Obrázek 14: Vhodnost předplodin pro obilniny

Pšenice ozimá

Ozimá pšenice je naší nejvýznamnější obilninou, v současné době zaujímá v průměru asi čtvrtinu orné plochy. Je náročná na půdu, roste dobře na půdách středních až těžších, s dostatkem pohotových živin a vody, s pH 6,2-7. Je typickou plodinou tzv. staré půdní síly. Ozimá pšenice ze všech obilnin nejcitlivěji reaguje výnosem na předplodinu. Intenzivním hnojením nelze dost dobře nahradit nevhodnou předplodinu.

Je náročná na dostatek dusíku. Setí pšenice ozimé může být prováděno od poloviny září do poloviny října, v závislosti na výrobní oblasti a odrůdě; sklizeň probíhá od poloviny července

do poloviny srpna. Z obilnin je nejvíce napadána chorobami pat stébel. Větší škody bývají ve vlhčích oblastech a na půdách s nepříznivým fyzikálním stavem.

Velmi dobrými předplodinami pro ozimou pšenici jsou širokolisté plodiny, případně plodiny hnojené hnojem. Jsou to víceleté pícniny, kromě sušších oblastí, kde mohou zhoršovat vodní režim pro následnou plodinu. Časná (3-4 týdny před setím) zaorávka drnu jetelovin zlepšuje vláhové poměry v půdě a tím zvyšuje výnos následné pšenice. Další velmi dobré předplodiny jsou luskoviny (hrách je lepší než bob), ozimá řepka, luskovinoobilné směsky na zeleno, rané a polorané brambory, kukuřice na siláž, tabák, cibule aj.

Středně dobrými předplodinami jsou jeteloviny, okopaniny a kukuřice na zrno včas sklizená (i přednostně sklizená cukrovka s následným zjednodušeným zpracováním půdy), luskovinoobilné směsky na zrno, mák, případně len.

Špatnými předplodinami jsou obilniny, pozdě sklizené okopaniny, jejichž dobrá předplodinová hodnota se tím nevyužije. Poněvadž zastoupení pšenice ozimé v osevních postupech je často poměrně vysoké, je třeba ji zařazovat i po obilních předplodinách, což je nevhodné zvláště na horších půdách. Jarní ječmen je pak předplodinou lepší než sama ozimá pšenice. Ozimá pšenice dvakrát za sebou pěstovaná dává uspokojivé výnosy jen po jetelovinách nebo po dvou širokolistých plodinách. Důležitý je výběr odrůdy.

Předplodina ovlivňuje i kvalitu zrna ozimé pšenice, danou hlavně obsahem bílkovin a lepku. Nejvyšší hodnoty těchto ukazatelů kvality potravinářské jsou po jetelovinách a luskovinách. Po ostatních předplodinách je nutné pro dobrý výnos i jakost zrna hnojení vyšší dávkou dusíku.

Jarní pšenice má stejné nároky na předplodinu jako ozimá pšenice. Kromě toho však má širší možnost výběru předplodiny, protože ji lze zařadit i po pozdě sklizených okopaninách. Často bývá zařazena po pozdě sklizené cukrovce a jetelovinách na semeno, nebo se seje jako náhrada po vyzimované ozimé pšenici.

Ozimé žito

Ozimé žito je méně významnou chlebovou obilninou pěstovanou na půdách s nižší úrodností, převážně v bramborářské a horské výrobní oblasti. V kukuřičné a řepařské výrobní oblasti zaujímá žito nepatrné plochy na písčitých půdách s nízkou přirozenou úrodností. Je také plodinou staré síly, i když si živiny svým mohutnějším kořenovým systémem dovede snáze opatřit. Je vzrůstnější, lépe chrání půdu než ozimá pšenice, poněvadž již od podzimu vytváří zapojený porost. Odnožuje již na podzim, proto se seje do 20. září, aby vytvořilo do zimy dobrý kořenový systém. Vyžaduje tedy předplodiny, které se brzy sklízí a půdu dostatečně ulehlou.

Ozimé žito je na předplodinu méně náročné než pšenice nebo ječmen a snížení výnosu po obilních předplodinách je relativně malé. Z obilnin je po sobě nejsnášenlivější.

Velmi dobré předplodiny pro ozimé žito jsou časně sklizené plodiny jako ozimá řepka, luskoviny (bob, peluška, hrách), jetel luční včas zaoraný, jetelotrávy, některé jednoleté pícniny, len aj. Vhodnost brambor závisí na době sklizně a včasné předseťové přípravě půdy. **Středně dobré předplodiny** jsou ozimá pšenice následující po dobré předplodině a oves. **Méně vhodnými předplodinami** jsou jarní pšenice a jarní ječmen.

Tritikale

Tritikale (žitovec) je mezidruhový kříženec pšenice seté a žita setého. Plodný hybrid získal v roce 1888 německý šlechtitel W. Rimpau. Po prokázané vysoké výnosnosti se tritikale ve většině zemí rychle rozšířilo. I když nesplnilo všechna očekávaná spojení dobrých vlastností obou plodin, především z hlediska pekařského využití, má vysokou krmnou hodnotu, danou především téměř dvojnásobným podílem rozpustných bílkovinných frakcí ve srovnání se pšenicí. Tritikale je dobře využitelné i pro výrobu lihu. Důvodem rozšíření ploch tritikale je také menší náročnost pěstování z hlediska nákladů ve srovnání se pšenicí. K dalším přednostem patří výnosová stabilita i v méně intenzivních podmínkách, tolerantnost k zakyseleným půdám, nenáročnost na předplodinu a odolnost chorobám. Vegetační doba je o 10 – 14 dnů delší než u ozimého žita. Nároky na prostředí má menší než pšenice a větší než žito. Je vhodné pro bramborářskou a horskou výrobní oblast. Okrajově lze tritikale pěstovat i v horších podmínkách a na lehčích půdách v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Nesnáší pozemky se severní expozicí s dlouho trvající sněhovou přikrývkou. V oblastech se zvýšeným výskytem fuzarióz a při pěstování po obilnině musíme omezit výskyt chorob důsledným mořením osiva, případně chemickou ochranou porostů. I když se u nás více využívá tolerantnosti tritikale k méně úrodným půdám a horším předplodinám, v zemích západní Evropy se tritikale pěstuje v intenzivních podmínkách, kde je dosahováno ve výnosu zrna i při výkrmu prasat a drůbeže vyšší rentability než u krmných pšenic.

Podobně jako žito je tritikale na předplodinu méně náročné než pšenice a snížení výnosu po obilních předplodinách je relativně malé. Výnosové rozdíly způsobené vlivem předplodin nejsou tak veliké jako u pšenice a ječmene.

Velmi dobré předplodiny jsou řepka, jeteloviny, luskoviny, brambory. Vhodnost brambor závisí na době sklizně a včasné předseťové přípravě půdy. **Středně dobré předplodiny** jsou ozimá pšenice následující po dobré předplodině, oves, kukuřice. **Méně vhodnými předplodinami** jsou jarní pšenice a jarní ječmen.

Jarní ječmen

Jarní ječmen je naší nejvýznamnější jarní obilninou. Vyrábí se z něj slad, slouží k potravinářským a krmným účelům. Nejvíce se pěstuje v řepařské, kukuřičné a také na lepších půdách v bramborářské výrobní oblasti. Je to plodina s mělkým a slabším kořenovým systémem. S tím souvisí i jeho větší náročnost na pohotové živiny, avšak nadbytek dusíku zvyšuje jeho náchylnost k poléhání a snižuje sladovnickou hodnotu zrna. Předplodina je tedy vedle výživy dusíkem hlavním faktorem, který ovlivňuje kvalitu zrna. Značný vliv mají i stanovištní podmínky, v suchých oblastech je dosahována horší sladovnická hodnota. Proto se má v sušších podmínkách kukuřičné výrobní oblasti zařazovat sladovnický ječmen přednostně po méně vláhově náročné ozimé pšenici místo kukuřice na zrno. Pro krmné účely je však naopak žádoucí vyšší obsah bílkovin v zrně, takže krmné ječmeny nejsou na předplodinu tak náročné. Navíc má minerální hnojení u jarního ječmene dobrý kompenzační účinek, a proto je možno jej na dobrých stanovištích zařazovat i po obilnině, hlavně po ozimé pšenici. Sám není dobrou předplodinou. Vyžaduje setí co nejdříve na jaře, sklízí se od poloviny července. Snadno se zapleveluje, hlavně ovsem hluchým. Chorobami pat stébel trpí méně, ale více je přenáší na následnou obilninu. Limitujícím faktorem pro pěstování sladovnického ječmene je půdní kyselost. V řepařské výrobní oblasti by se měla pohybovat v rozmezí 6,2 - 7,2 pH, v bramborářské 5,8 - 6,2 pH. Kyselé půdní prostředí má negativní vliv na růst rostlin i na sladovnickou kvalitu. Sladovnický ječmen není vhodné pěstovat na pozemcích s vysokým stupněm utužení ornice a nevyrovnaným vláhovým režimem půdy.

Velmi dobrými předplodinami pro sladovnický ječmen jsou některé širokolisté plodiny a plodiny hnojené chlévským hnojem, hlavně cukrovka, dále krmná řepa a pozdní brambory, kukuřice na zrno i na siláž a mák, ovšem za předpokladu, že všechny tyto předplodiny daly vyšší výnos, což je důležité hlavně v suchém roce s nízkým využitím živin, zejména dusíku. **Středně dobré předplodiny** pro ječmen jarní jsou luskovinoobilné směsky (možnost polehnutí a zhoršená kvalita), len, žito, ozimá pšenice. **Méně vhodné předplodiny** jsou jarní obilniny, jeteloviny a luskoviny. V krajním případě je možno ječmen jarní pěstovat i po sobě v krátkých monokulturách, zvláště na úrodných půdách.

Ozimý ječmen

Pěstování ozimého ječmene se u nás v posledních letech dosti rozšířilo pro jeho menší náročnost na předplodinu (často je řazen po obilnině) a vyšší odolnost intenzivních odrůd proti poléhání. Využívá se často i jako hnojem hnojená vhodná předplodina pro ozimou řepku. Jeho včasná sklizeň umožňuje větší zařazení meziplodin. Ozimý ječmen se z ozimých obilnin vysévá nejčasněji, proto vyžaduje předplodiny, které velmi brzy opouštějí pozemek. Ze širokolistých

jsou **nejvhodnější předplodiny** ozimá řepka, hrách, rané brambory, jetel luční, ozimé luskovinoobilní směsky, senážní oves. **Méně vhodné**, ale v praxi často užívané předplodiny pro ozimý ječmen, jsou obilniny. Na obilní předplodinu je poměrně tolerantní. Nedoporučuje se pěstování ozimého ječmene po sobě nebo po jarním ječmeni, protože se tím podporuje šíření padlí travního a hnědé skvrnitosti. Z tohoto důvodu je třeba také dodržovat prostorovou izolaci ozimého a jarního ječmene. Zařazení ozimého ječmene po jiných ozimech způsobuje vyšší zaplevelení ozimými pleveli (zvláště chundelkou metlicí). Sklizeň ozimého ječmene je nejčasnější ze všech obilnin (až o dva týdny dříve) a proto je využíván jako vhodná předplodina pro ozimou řepku.

Oves

Oves je jarní obilnina pěstovaná na poměrně malé ploše na méně úrodných půdách bramborářské a horské výrobní oblasti. Jeho rozšíření lze očekávat z hlediska racionální výživy a při použití nových výnosnějších odrůd. Má vyšší obsah bílkovin, 3-4 násobně vyšší obsah tuku s příznivou skladbou vyšších mastných kyselin, vysoký obsah rozpustných cukrů a kvalitní vlákniny, vitamínů B a E, aveninu, hořčíku, železa a dalších látek.

Oves je náročný na vláhu více než ostatní obilniny, dostatek pohotových živin, zvláště dusíku. Má však dobře vyvinutý kořenový systém a velkou sorpční schopnost a tak si dovede dusík lépe opatřit. Snáší i kyselejší půdy. Pěstuje se také na senáž, nebo ve směsích s obilninami nebo luskovinami na zeleno, nebo jako krycí plodina (sklizená na zeleno) pro jetelovinu. Oves je obilnina nejvíce tolerantní na obilní předplodinu. Sám po sobě je však nesnášenlivý, při opakovaném pěstování se rozšíří háďátko ovesné. Ve sledu obilnin má oves příznivý vliv svým fytosanitárním účinkem. Je doporučován včasný agrotechnický termín setí jako opatření omezující napadení bzunkou ječnou.

Velmi dobré předplodiny jsou jetele, luskoviny, luskovinoobilní směsky, brambory, krmná řepa, ozimá řepka, kukuřice na siláž. **Středně dobré předplodiny** jsou len, ozimá pšenice, ozimé žito, jarní obilniny, pokud jsou pěstovány po dobrých předplodinách.

Kukuřice na zrno

Kukuřice na zrno je obilnina, která má svými požadavky na agrotechniku a hnojení hnojem charakter okopaniny. Vyžaduje neutrální až slabě kyselou půdní reakci. Seje se od poloviny dubna, má dlouhou vegetační dobu, sklízí se od konce září a během měsíce října. Při organickém hnojení není náročná na předplodinu a převážně bývá zařazována po obilnině. Kukuřice je sama po sobě snášenlivá plodina. Jsou známy případy dlouhodobého pěstování kukuřice za sebou. Rizikem je však vyšší výskyt škůdců (zavíječ kukuřičný; *Ostrinia nubilalis*

a bázlivec kukuřičný; *Diabrotica virgifera*). Organicky hnojená kukuřice patří ke zlepšujícím plodinám. V suchých oblastech bývá zařazována po vojtěšce pro vyrovnání vláhových poměrů v půdě, ale tento sled může podporovat rozšíření drátovců nebezpečných právě pro kukuřici.

Dobré předplodiny pro kukuřici na zrno jsou vojtěška, okopaniny, olejniny. **Méně vhodné předplodiny** jsou obilniny.

Hnojením se však rozdíly v předplodině stírají. Je výhodná jako přerušovač obilních sledů v osevním postupu. Při dvouletém sledu kukuřice je výhodný sled kukuřice na zrno - kukuřice na siláž.

Proso seté

Proso je zrnina teplejších a sušších oblastí. Seje se až je půda dostatečně prohřátá, koncem dubna, do nezapleveleného pozemku, má pomalý počáteční vývoj.

Nejvhodnější předplodiny jsou hnojené okopaniny, luskoviny a jeteloviny, ale seje se i po obilninách, častěji jako náhradní plodina po vymrzlých ozimech nebo poškozených jařinách či ozimých směskách. Je dobrou předplodinou pro ostatní plodiny, i jako krycí plodina pro podsev vojtěšky.

Čiroky

Čiroky jsou náročné obilniny teplých oblastí s delší vegetační dobou. K čirokům je možno hnojit chlévským hnojem, pak nahrazují v osevním postupu okopaniny. Mohou se pěstovat i jako silážní plodiny nebo na zelené krmení.

Je-li čirok pěstován na zrno, vyžaduje dobrou předplodinu - hnojenou okopaninu, luskovinu, jetelovinu.

Pohanka obecná

Pohanka je skromná obilnina, náročná na vláhu, proto se pěstuje spíše ve vyšších polohách - v bramborářské a horské výrobní oblasti. Má poměrně krátkou vegetační dobu, je možné ji pěstovat v příznivějších podmínkách jako následnou obilninu po ozimých směskách, ozimé řepce nebo jako letní meziplodinu. Jako hlavní plodina je řazena po okopaninách hnojených chlévským hnojem. Pohanka se v posledních letech uplatňuje v racionální lidské výživě.

2.4.2 Luskoviny

Luskoviny jsou velmi dobré předplodiny, obohacují půdu o dusík, svým hlubokým kořenovým systémem prokypřují půdu ve spodnějších vrstvách a vynášejí z nich i další živiny (fosfor, draslík, vápník), které tak vrací do svrchních vrstev půdy. Posklizňové zbytky mají

úzký poměr C : N. Luskoviny mají různě dlouhou vegetační dobu. Druhová pestrost umožňuje jejich pěstování ve všech výrobních oblastech. V osevním postupu jsou často řazeny po obilninách. Samy po sobě jsou většinou nesnášenlivé (mimo sóju) a vyžadují časový odstup 3 - 4 let (bob a fazol 2 roky). Nevýhodou je jejich pomalý počáteční vývoj a nebezpečí rychlého zaplevelení. Nevhodné je zařazovat luskoviny na pozemky zaplevelené vytrvalými pleveli, proto se pěstují po okopaninách, zvláště zrnový hrách po organicky hnojených bramborách. Nejčastěji se u nás pěstují hrách a bob, v teplejších oblastech čočka, fazol, případně sója. Peluška a vikve se pěstují většinou ve směskách s obilninami.

Semena luskovin obsahují 22-40 % bílkovin, zelená píce má 10-15 % sušiny.

Hrách setý

Hrách setý je jednoletá jarní luskovina pěstovaná hlavně pro konzumní účely. Obsahuje 22 - 26 % bílkovin. Má pomalý počáteční vývoj, proto se snadno zapleveluje. Má poléhavou lodyhu. Seje se brzy na jaře, sklízí v červenci až srpnu. Je po sobě nesnášenlivý, vyžaduje odstup 4 roky a vyhovují mu nejlépe středně těžké a dobře zpracovatelné půdy. Při použití jako krycí plodina pro podsev jetelovin se osvědčil pěstovaný v širokých řádcích. V řepařské výrobní oblasti je zařazován po obilninách, v horších podmínkách bramborářské výrobní oblasti se mu nejlépe daří po hnojených okopaninách. Také hnojené olejniny (řepka, mák) jsou pro hrách velmi dobrými předplodinami. Většinou však bývá zařazován po obilninách jako vhodný přerušovač obilního sledu. Nevhodnou předplodinou pro hrách jsou jeteloviny. Po hrachu jako dobré předplodině zpravidla následuje ozimá plodina, která dovede velmi dobře využít uvolňovaný dusík a tím zabránit jeho větším ztrátám během zimního období.

Hrách setý rolní (peluška)

Peluška se pěstuje pro krmné účely na zrno nebo na zelenou píci. Při pěstování na zrno se vysévá s podpůrnou obilninou, pokud se pěstuje na zeleno, pak ve směsích s jarními nebo ozimými obilninami, případně jako letní meziplodina v luskovinoobilné směsce. Hrách rolní je méně náročný na půdu, proto se často pěstuje v méně příznivých podmínkách v bramborářské výrobní oblasti. Má ozimé i jarní formy, seje se velmi brzy na jaře (i ve směsi s ovsem), nebo ozimá forma ve směsi s ozimým žitem nebo pšenicí po včas sklizených listnatých předplodinách či obilninách.

Pro jarní pelušku jsou velmi dobré předplodiny také hnojené olejniny, len a brambory.

Hrachor setý

Hrachor setý není v našich podmínkách téměř pěstován. Je odolný proti chorobám. Seje se většinou po obilninách a je snášenlivý i po sobě.

Fazol obecný

Fazol obecný je jarní luskovina pěstovaná v teplejších podmínkách kukuřičné výrobní oblasti pro konzumní účely. Obsahuje 23 % bílkovin. Její počáteční pomalý růst umožňuje zaplevelení porostu. Je náročný na humózní půdy, pohotové živiny a vápník.

Seje se až počátkem května, sklízí se koncem srpna až v září. V polních podmínkách se pěstují zpravidla keříčkové typy. Fazol je dosti snášenlivý, je možno jej pěstovat po dvou letech, trpí pak však chorobami. Velmi dobrými předplodinami jsou hnojené okopaniny, olejniny a zeleniny, většinou se však zařazuje mezi obilniny jako zlepšující plodina.

Sója luštinatá

Sója je výborná luskovina s velkým významem pro racionální výživu, průmysl a krmení hospodářských zvířat, jak v zrnu, tak i na zeleno. Obsahuje 35 - 40 % biologicky velmi cenných bílkovin a 17 - 25 % oleje. Je to luskovina teplomilná s dlouhou dobou růstu. Seje se až začátkem května a sklízí se v září, nebo v říjnu, vyžaduje teplý a slunný podzim. Je odolnější vůči chorobám, po sobě je snášenlivá, trpí zaplevelením.

Velmi vhodné předplodiny jsou hnojené okopaniny, olejniny a kukuřice, většinou se pěstuje po obilninách jako zlepšující plodina.

Čočka jedlá

Čočka je luskovina s vysokým obsahem bílkovin (25 - 30 %) a popelovin. Sláma čočky má také vysokou krmnou hodnotu. Má nízký vzrůst a snadno se zapleveluje. Pěstuje se v teplejších a sušších oblastech na lehčích půdách s dostatkem vápníku. Nadbytek dusíku jí škodí. Seje se koncem března až začátkem dubna a sklízí se v červenci. Po sobě je nesnášenlivá, vyžaduje odstup v osevním sledu 4 - 6 let.

Velmi dobré předplodiny pro čočku jsou okopaniny zanechávající půdu odplevelenou a ve staré půdní síle. Je možno ji zařazovat i po obilninách, pokud zanechají půdu v čistém stavu.

Bob obecný

Bob je luskovina s vysokou krmnou hodnotou, obsahuje 25 % bílkovin. Pěstuje se na zrno nebo na zelené krmení ve směskách, kde je i podpůrnou rostlinou pro svoji nepoléhavou lodyhu. Bob pěstovaný na zeleno je výbornou krycí plodinou pro podsev jetele. Bob je náročný na živiny, pěstuje se na středních a těžkých půdách, na lehkých půdách je možno k němu hnojit chlévským hnojem. Je po sobě nesnášenlivý, vyžaduje odstup 3 - 4 let.

Seje se brzy na jaře, sklízí se koncem srpna až v září, je dobrou předplodinou pro ozimou pšenici.

Dobré předplodiny pro bob jsou hnojené okopaniny nebo olejniny, silážní kukuřice.

Vikev setá

Vikev setá je krmná jarní pícnina pěstovaná ve směsích s obilninami na zelené krmení. Na zrno se pěstuje pouze ve vyšších oblastech pro její náročnost na vláhu. Je možno ji zařazovat po sobě až po 4 letech. Vikev setá není náročná na půdu, ani na předplodinu. Seje se jako zlepšující plodina po obilninách, i když je pro ni dobrou předplodinou hnojená okopanina. Zanechává půdu odplevelenou, v dobrém stavu.

Vikev huňatá

Vikev huňatá je plodina ozimá. Seje se obvykle ve směsích s ozimými obilninami na zelené krmení. Na zrno se pěstuje pro potřebu osiva s podpůrnou obilninou. Na zeleno se seje ve směsi s ozimým žitem v polovině září. Na půdu je méně náročná, vyžaduje však dostatek vápníku Má hluboký kořenový systém, takže dobře hospodaří s vodou. Je dobrou předplodinou.

V osevním postupu se zařazuje po časně sklizených předplodinách, hlavně hnojených olejninách nebo po obilninách.

Vikev panonská

Vikev panonská je pěstovaná jako pícnina ve směsích s ozimými obilninami v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Je náročnější na teplo i půdu. Seje se do poloviny září, zařazení v osevním postupu je stejné jako u vikve huňaté.

Lupiny (vlčí boby)

Vlčí boby se pěstují v barvě bílé, žluté a modré. Jsou málo náročné, obvykle se pěstují jako meliorační plodiny na zelené hnojení. Semena obsahují 25 % bílkovin a sladké formy se dají bezprostředně zkrmovat. Lupiny jsou dosti snášenlivé, vyžadují odstup 3 let.

Lupiny lze zařadit po obilninách, a také jsou pro ně dobrou předplodinou.

Lupina žlutá je citlivá na vápno, modrá je náročnější na světlo, bílá má větší nároky na teplo, vláhu i půdu a je vhodná jako krmivo pro ryby.

Cizrna beraní

Cizrna je jednoletá, nepoléhavá u nás málo pěstovaná luskovina s využitím v racionální výživě. Obsahuje 30 % bílkovin a dvojnásobné množství sacharidů než ostatní luskoviny. Je to nejsuchovzdornější luskovina, pěstuje se v teplých a suchých oblastech (jižní Morava), na hlinitých a písčitých půdách snáší i krátkodobé mrazíky (- 6 °C). Výsev se provádí v měsíci březnu až dubnu. Je vhodná i k zúrodnění písčitých a podzolových půd. Jako nejčastější předplodiny se využívají obilniny.

2.4.3 Olejniny

Olejniny jsou listnaté plodiny různých druhů. Požadavky na zpracování půdy, předplodiny a výživu a jejich vliv na půdu je obdobný jako u okopanin. Mají poměrně málo vyvinutý kořenový systém a nižší resorpční schopnost, jsou tedy náročné na dostatek přístupných živin v půdě. Vyžadují proto dobré předplodiny, nebo hnojení chlévským hnojem. Zanechávají půdu v dobrém živinném a strukturním stavu, jsou dobré předplodiny.

Řepka ozimá

Ozimá řepka je naší nejvýznamnější olejninou pěstovanou k průmyslovým účelům. Rovněž je pěstována na zeleno ve formě ozimé nebo letní meziplodiny, případně využité na zelené hnojení. V současné době se pěstuje ve většině výrobních oblastech, přestože pěstitelsky vhodnými jsou především výrobní oblasti bramborářské a řepařské. V teplejších oblastech silně trpí škůdci. Vyžaduje dostatek pohotových živin v půdě. Seje se brzy, v poslední dekádě srpna a sklízí se od začátku července. Vyžaduje brzy sklizené předplodiny. Sama je velmi dobrou předplodinou, hlavně pro pšenici ozimou, která má po řepce stabilní výnosy.

Velmi dobré předplodiny pro ozimou řepku jsou rané brambory, luskoviny a luskovinoobilní směsky. Ve vlhčích oblastech jsou vhodné též brzy zaorané jeteloviny.

Méně vhodné předplodiny jsou obilniny, které jsou ale nejčastějšími předplodinami ozimé řepky, dnes zvláště ozimý ječmen a pšenice a někdy i jarní obilniny. Ve vyšších oblastech se také zařazuje po jarních směskách nebo silážním ovsu. Ozimá řepka je po sobě nesnášenlivá vzhledem k šíření chorob a škůdců. Je také žádoucí její prostorová izolace. V osevním postupu vyžaduje odstup 4 - 6 let, což snižuje její možnou koncentraci (12,5 %, max. 15 %).

Řepka v osevním postupu zlepšuje strukturu půdy. Její kořenové i strništní zbytky mají výbornou kvalitu, působí dobře jako přerušovač v obilních sledech.

Řepka jarní

Řepka jarní je méně významná olejnina pěstovaná jako náhradní na místě poškozených nebo uhynulých porostů ozimé řepky. Má stejné nároky jako řepka ozimá, jen má vyšší požadavek na vláhu. Dobrými předplodinami jsou okopaniny a širokolisté plodiny.

Řepice ozimá

Ozimá řepice je méně náročná olejnina a snese i pozdnější výsev. Je ranější o týden až 10 dnů než řepka. Její počáteční růst na jaře je rychlý a je možno ji tedy využít jako nejranější pícninu. Dává nižší výnosy než řepka.

Řepice jarní

Skromná plodina s kratší vegetační dobou. Dává nízký výnos a má menší praktický význam.

Mák setý

Mák setý je jarní olejnina řepařské a částečně bramborářské výrobní oblasti. Vyžaduje půdy s dostatkem živin a vláhy. Seje se velmi brzy na jaře a sklízí se koncem července a v měsíci srpnu. Velmi vhodné předplodiny jsou plodiny zanechávající půdu v dobrém strukturním stavu a nezaplevelenou, tedy hnojené okopaniny, také jeteloviny a luskoviny. Seje - li se po obilninách, pak je nutné ho přihnojit menší dávkou chlévského hnoje. Vyžaduje časový odstup 3 - 4 roky.

Slunečnice roční

Slunečnice roční je olejnina teplejších poloh kukuřičné výrobní oblasti. Má poměrně dlouhou vegetační dobu. Jako teplomilná plodina se seje později na jaře (v dubnu), sklízí se v září až říjnu. Je náročná na dostatek pohotových živin (N, K) a silně vyčerpává i půdní vláhu, takže je špatnou předplodinou.

Dobré předplodiny pro slunečnici jsou později sklizené a hnojem hnojené okopaniny, luskoviny a jeteloviny. Po obilninách vyžaduje střední dávku chlévského hnoje. Je používána i na siláž nebo zelené krmení, obvykle ve směsích.

Hořčice bílá

Hořčice bílá je méně pěstovanou olejninou. Spíše se seje jako plodina náhradní, nebo jako letní meziplodina na zelené krmení nebo hnojení. V obilních sledech má fytosanitární účinek na choroby pat stébel. Hořčice je plodina méně náročná, vyžaduje však odplevelenou půdu. Je-li zařazena jako hlavní plodina, jsou vhodnými předplodinami okopaniny, luskoviny, ozimé směsky a jeteloviny.

Lnička jarní

Lnička jarní je méně náročná jarní olejnina, odolnější vůči chorobám a škůdcům. Má krátkou dobu růstu. Současná renesance lničky jarní je dána zajímavými výnosovými výsledky v alternativním využití jarních olejnin s širokým spektrem pěstitelského a zpracovatelského využití.

Světlice barvířská (saflor)

Světlice barvířská je poměrně odolná vůči suchu, a proto je vhodná jako náhradní olejnina pro suché a teplé oblasti. Výskyt houbových chorob v kombinaci s chybějícími registrovanými fungicidy znamenal v posledních letech pokles zájmu o tuto plodinu ze strany

pěstitelů. Využívá se i jako meziplodina na zelené krmení. Obsahuje zvýšené množství cukrů. Většinou se pěstuje po obilninách.

2.4.4 Přadné rostliny

Přadné rostliny se pěstují pro vlákna stonků. Kromě vláken produkují i olejnatá semena. Jsou to plodiny staré půdní síly, náročné na dostatek pohotových živin v půdě. Samy jsou dobrými předplodinami.

Len setý

Len setý má málo vyvinutý kořenový systém, je plodinou lehčích půd v bramborářské výrobní oblasti. Pěstuje se na nezaplevelených půdách po ozimých obilninách, eventuálně po jetelotrávách a okopaninách. Na úrodnějších půdách je zařazován i po obilninách následujících po jetelech, které mají na len fytosanitární účinek. Len je po sobě nesnášenlivý, může být pěstován na témže stanovišti za 6 - 7 let. Vysévá se obvykle v polovině dubna, sklizeň probíhá koncem srpna a na začátku září.

Konopí seté

Konopí seté je teplomilná plodina kukuřičné výrobní oblasti, vyžaduje půdu s dostatkem živin, humusu, vápna. Seje se na jaře koncem dubna, sklízí v srpnu. Konopí je po sobě snášenlivé, zařazuje se po obilninách. Vyžaduje polohy chráněné před větrem, aby porost nepolehl.

2.4.5 Okopaniny

Okopaniny jsou plodiny s dlouhou vegetační dobou využívající půdu po celé vegetační období. Jsou to plodiny náročné na půdní stav a dostatek živin, většinou jsou hnojeny chlévským hnojem, nebo jinými organickými hnojivy. Patří ke zlepšujícím plodinám. Vyžadují hluboké základní zpracování půdy (hluboká orba či kypření do větší hloubky). Jsou to většinou plodiny s meziřádkovou kultivací, která napomáhá dobrému rozkladu organických hnojiv, rozvoji mikrobiální činnosti půdy i odplevelování půdy. V letním období půdu dobře stíní.

Okopaniny zanechávají v půdě menší množství posklizňových zbytků s úzkým poměrem C:N. Hnojení okopanin vyrovnává vliv nepříznivé předplodiny, proto bývají zařazovány do osevních sledů po obilninách. Z hlediska fyzikálních vlastností v důsledku použití velkovýrobních technologií nepůsobí okopaniny na půdu zcela příznivě, zhoršují zpracovatelnost a strukturu půdy. Jsou však celkově velmi kladným článkem osevního postupu,

tvoří spolu s jetelovinami jeho kostru. Jejich začlenění do osevního sledu je pravidelné, obvykle po 4 letech.

Cukrovka

Cukrovka je plodina hlouběji kořenící, vyžaduje půdy hluboké, hlinité, dobře propustné a zpracované. Cukrovka je hlavní okopanina řepařské a částečně i kukuřičné výrobní oblasti. Hnojí se hnojem na podzim a seje brzy na jaře po skončení setí jařin, sklizeň probíhá od konce září do listopadu. Seje se zpravidla po obilninách, a je pro obilniny (hlavně jarní) dobrou předplodinou. Na vodu je to plodina náročná, proto v sušších podmínkách mohou následné obilniny trpět nedostatkem vláhy. Cukrovka je plodina po sobě nesnášenlivá, vyžaduje časový odstup, minimálně čtyřletý, z důvodu přežívání háďátka řepného v zapouzdřených cystách v půdě. Během tříletého cyklu musí být likvidovány i hostitelské plevele háďátka řepného z čeledi merlíkovitých a brukvovitých.

V osevním postupu se cukrovka zařazuje převážně po obilninách, v řepařské výrobní oblasti se řadí ve sledech blíže k jetelovinám, v kukuřičné dále od jetelovin z důvodu nedostatku vláhy po vojtěškách.

Krmná řepa

Krmná řepa se pěstuje více v bramborářské výrobní oblasti pro náročnost na vláhu a také proto, že nevyžaduje tak hluboké půdy jako cukrovka. Je dobrou předplodinou pro obilniny, zařazená většinou jako součást okopaninového honu.

Dobrými předplodinami jsou luskoviny, mák, řepka. Vyžaduje čtyřletý odstup.

Brambory

Brambory vyžadují lehčí, propustné půdy, dostatek vláhy a živin, hlavně draslíku. Sázejí se na jaře (duben), sklízí, kromě raných, v září. Pro svoji dlouhou vegetační dobu zanechávají půdu v dobrém stavu. Jsou organicky hnojené, kromě chlévského hnoje využívají dobře i zelené hnojení, komposty, slámu a kejdu.

Brambory mohou být zařazeny v osevním postupu po luskovinách, hnojených olejninách, zvláště pokud k nim není hnojeno chlévským hnojem. Velmi dobrými předplodinami jsou i jeteloviny, po nichž brambory upravují vodní režim půdy pro následnou ozimou pšenici. Většinou však brambory zařazujeme po obilninách, kde podporují tzv. „antifytopatogenní potenciál půdy“ tím, že kořenové výměšky brambor potlačují původce chorob pat stébel.

I když jsou po sobě snášenlivé, pro nebezpečí výskytu háďátka bramborového (*Heterodera rostochiensis Woll*.) vyžadují delší časový odstup. Výskyt rakoviny brambor

(*Synchitrium endobioticum Perc*.) jako karanténní choroby vyloučí pozemek nejméně na 8 let z pěstování brambor.

Rané brambory se pěstují v kukuřičné výrobní oblasti a na záhřevných půdách oblasti řepařské. Sázejí se velmi brzy (zač. března), sklízejí se v červnu. K urychlení růstu a omezení poškození porostu přízemními mrazíky je využívána technologie pěstování pod netkanou textilií. Není-li v půdě háďátko bramborové, rané konzumní brambory lze pěstovat až do koncentrace 33 % orné půdy.

Krmná mrkev

Krmná mrkev je objemné vitaminózní krmivo. Vyžaduje nezaplevelené lehčí až střední půdy. Dobrými předplodinami jsou okopaniny, jeteloviny, ozimé směsky, ozimá řepka. Může se vyset jako podsev do luskovinoobilních směsek, nebo senážního ovsa a pak je předplodina určována hlavní plodinou.

Tuřín

Tuřín má omezený význam. Je to hnojená okopanina bramborářské výrobní oblasti. Dobré předplodiny jsou plodiny časněji uvolňující půdu - ozimé směsky a ozimá řepka. Může se pěstovat jako letní meziplodina po obilninách vysazováním sazenic.

Vodnice

Vodnice je krmná okopanina středních až vyšších oblastí, seje se jako letní meziplodina bez nároků na předplodinu. Vysévá se po ozimých směskách, ozimém ječmeni, hrachu, jeteli inkarnátu. Má krátkou vegetační dobu a vysoké nároky na vláhu.

Krmná kapusta

Krmná kapusta je pícnina okopaninového charakteru poskytující poslední zelené krmení do pozdního podzimu pro svoji mrazuvzdornost. Seje se buď na jaře jako hnojená okopanina, nebo jsou vysazovány sazenice po raných bramborách, ozimých směskách a ozimém ječmeni.

Čekanka obecná

Má obdobné nároky jako cukrovka, je však snášenlivější. Trpí zaplevelením, působí proti rozšiřování háďátka řepného.

2.4.6 Víceleté pícniny - jeteloviny

Víceleté pícniny jsou základní, vysoce zúrodňující plodiny, které spolu s okopaninami hnojenými hnojem tvoří kostru osevního postupu. Posklizňové zbytky víceletých pícnin jsou velmi kvalitní humusotvorný materiál, který se rychle v půdě rozkládá a příznivě ovlivňuje výnosy následných plodin. Poměr C:N kořenových i strništních zbytků je velmi úzký, kořenové

výměšky a meziprodukty rozkladu posklizňových zbytků působí příznivě na rozvoj půdní mikroflóry. V osevním postupu působí víceleté pícniny také fytosanitárně, protože negativně ovlivňují některé patogeny jako původce chorob kořenů a pat stébel obilnin, fuzariózu lnu, háďátko řepné a podobně. Zvyšují tzv. antifytopatogenní potenciál půdy, dále obohacují půdu o dusík pomocí hlízkových bakterií, které žijí na kořenech jetelovin a poutají vzdušný dusík. Svým hlubokým kořenovým systémem přijímají a vracejí do vyšších vrstev půdy fosfor a vápník. Jeteloviny působí i melioračně, po kořenech zanechávají v půdě kanálky pro prosakování srážkové vody a provzdušňování půdy v hlubších profilech. Jeteloviny potlačují i plevele svým zapojeným porostem.

Zakládání porostů víceletých pícnin se provádí většinou setím do krycích plodin (jarní směsky, oves na zeleno nebo senáž, bob na zeleno, hrách, jarní ječmen, kukuřice na siláž apod.), nebo na jaře bez krycí plodiny, jen ve vláhově vhodných podmínkách. Letní výsevy jetelovin se mohou doporučit jen při závlahách. Na chudších půdách jsou dobrými předplodinami hnojené okopaniny. Na úrodnějších půdách při vyšší úrovni hnojení v osevním postupu je pro nebezpečí polehnutí krycí plodiny výhodnější podsev do plodiny ve druhé trati, tj. až do další plodiny po okopaninách.

Po jetelovinách, které jsou výbornými předplodinami, se sejí většinou ozimé obilniny, ale také ozimá řepka, kukuřice na siláž, len a jiné.

Vojtěška setá

Vojtěška setá je víceletá pícnina kukuřičné a řepařské výrobní oblasti, je to plodina náročná na teplo a vodu. Má hluboký kořenový systém, kterým si dovede vodu opatřit. I v sušších podmínkách poskytuje 2-3 seče, v podmínkách s dostatkem vláhy i 3-4 seče za vegetaci. Vysoká hladina podzemní vody není pro ni vhodná. Vojtěška půdu vysušuje, takže v suchých letech obvykle následná pšenice ozimá trpí nedostatkem vody. Vojtěška vyžaduje hlubší úrodné půdy s dostatkem humusu a vápna. Pěstuje se na 2-3 užitkové roky. Na stejném pozemku se může set za 3-4 roky.

Jetel luční

Jetel červený luční je víceletá pícnina bramborářské a horské výrobní oblasti. Na půdu a vodu je poměrně náročný, roste však i na půdách kyselejších a lehčích, snáší i chladnější počasí. Obvykle se pěstuje na jeden užitkový rok a vyžaduje odstup 4-5 let. V jednom roce dává obvykle dvě seče. Pokud chceme jetel na více užitkových let, je žádoucí pěstování jetelotravních směsí, nebo použití tetraploidních odrůd.

Vičenec setý, ligrus

Vičenec setý, ligrus je jetelovina teplejších oblastí a půd s dostatkem vápna. Dává méně kvalitní píci („koňské seno“). Do osevního postupu může být zařazován jako víceletá jetelovina s časovým odstupem 3-4 roky.

Jetel zvrhlý, švédský

Jetel zvrhlý, švédský je vytrvalejší než jetel luční červený, ale je méně výnosný, při pěstování na semeno dává jistější výnos. Je náročný na vláhu, snáší dobře i chladnější polohy a těžší půdy. Má slabší kořenový systém, takže se může pěstovat i na lehčích půdách s mělčí ornicí. Snáší i kyselejší půdní reakci. Časový odstup pěstování na pozemku by měl být 3 roky.

Jetel bílý, plazivý

Jetel bílý, plazivý je skromná jetelovina vyšších poloh. Je vhodná především do lučních a pastevních směsí pro svůj nízký vzrůst a vytrvalost. Snese i lehké a mělké kyselejší půdy. Vyžaduje časový odstup 3-4 roky.

Štírovník růžkatý

Štírovník růžkatý je rovněž nenáročná jetelovina, s menšími nároky na vláhu a kvalitní půdu. Vyskytuje se ve směsích na loukách a pastvinách, snáší spásání a ušlapání. Doporučený časový odstup je 4 roky.

Úročník lékařský

Úročník lékařský, nazývaný bolhoj, se pěstuje jen ojediněle na chudých, kamenitých půdách, kde jiné jeteloviny nerostou. Tato méně kvalitní pícnina vyžaduje odstup 4 roky.

Jetel nachový, inkarnát, růžák

Jetel nachový je jednoletá méně významná pícnina náročná na teplo. Pěstuje se většinou jako ozimá meziplodina po obilninách na vápenitých, lehčích a humózních půdách.

Komonice bílá

Komonice bílá je jednoletá nebo dvouletá jetelovina málo úrodných až neplodných půd, kde se pěstuje jako pícnina, meliorační rostlina, nebo na zelené hnojení. Píce obsahuje voňavý kumarin a dobytek si na ni musí zvyknout. Zkrmuje se v mladém stavu čerstvá nebo jako siláž. Po sobě je nesnášenlivá.

2.4.7 Jednoleté pícniny

Kukuřice na siláž

Kukuřice na siláž je hlavní jednoletou pícninou prakticky všech výrobních oblastí. Nemá zvláštní nároky na zařazení do osevního postupu. Nejčastěji bývá pěstována po obilninách. Může být dobře zařazena i po víceletých pícninách, také po kukuřici na zrno.

Dalšími jednoletými pícninami, jejichž nároky byly popsány výše, jsou jarní luskovinoobilní směsky, oves na zelenou hmotu, brukvovité pícniny, některé krmné okopaniny. Vesměs jsou to výborné předplodiny a bývají zařazovány do osevního postupu po obilninách.

2.4.8 Vybrané speciální plodiny

Kmín luční

Kmín luční je dvouletá rostlina středních půd s dostatkem vláhy a živin. Seje se jako podsev do jarních směsek, luskovin, olejnin, případně i obilnin. Sklízí se v následném roce. Dobré předplodiny pro kmín jsou hnojené okopaniny, jeteloviny, olejniny i luskoviny. Kmín je dobrou předplodinou pro ozimy i jiné plodiny.

Fenykl obecný

Fenykl obecný se pěstuje jako dvouletá rostlina, většinou jako podsev máku nebo bobu, nebo bez krycí plodiny, někdy se sazenice pro polní výsadbu předpěstují. Je to rostlina teplomilná a světlomilná, daří se jí na lehčích výhřevných půdách kukuřičné výrobní oblasti. Dobrými předplodinami jsou okopaniny, ozimy, luskoviny a olejniny. Pozemek má být čistý, nezaplevelený.

Anýz

Anýz je rostlina jednoletá, hlinitých půd s dostatkem vápna v kukuřičné výrobní oblasti. Anýz vyžaduje předplodiny, které zanechávají čistý pozemek, tj. hnojené okopaniny, ozimy a luskoviny.

Koriandr setý

Koriandr setý je jednoletá rostlina, pěstuje se na hlinitých půdách s dostatkem vápna, i na lehčích půdách vyšších oblastí. Vyžaduje chráněné polohy. Seje se jako podsev nebo jako čistý porost po hnojených okopaninách, obilninách, nebo jeteli. Po sobě je nesnášenlivý.

2.4.9 Vybrané druhy zeleniny

Podle nároků jednotlivých druhů zelenin na živiny se zelenina rozděluje na několik skupin. První skupinou jsou **druhy zeleniny vyžadující hnojení chlévským hnojem nebo**

zařazení po dobré předplodině. Patří sem košťáloviny, okurky, rajčata, paprika a celer. Košťáloviny s krátkou dobou růstu mohou být pěstovány jako hlavní plodiny s následnými meziplodinami, nebo jako meziplodiny.

Zelí hlávkové

Rané odrůdy zelí hlávkového se pěstují na půdách hlinitopísčitých, humózních s propustnou spodinou. Pro pozdní odrůdy jsou vhodné půdy hlinité i těžší, s vyšší hladinou podzemní vody. Zelí vyžaduje hnojení hnojem nebo půdu staré síly. Nejlepší předplodiny jsou jeteloviny, luskoviny i obilniny. Pěstování po sobě je nevhodné, protože dochází k rozšíření hlenky kapustové.

Kapusta hlávková

Kapusta hlávková má obdobné nároky jako zelí. Pokud se k ní nehnojí chlévským hnojem, pak se zařazuje po okopaninách, eventuálně i po jiných zeleninách - salátu, špenátu a hrášku.

Kedlubny

Kedlubny vyžadují půdy hlinitopísčité, humózní s propustnou spodinou. Jsou plodinami staré síly. Dobré předplodiny pro ně jsou okopaniny, jeteloviny, luskoviny, okurky, rajčata, jsou však krátkodobou plodinou, takže předplodina nehraje podstatnou roli, důležité je, aby před nimi nebyla řepka nebo jiná brukvovitá plodina.

V intenzivních zelinářských oblastech se kedlubny sází jako předplodina pro celer, hrášek, fazole a okurky, nebo jako následná plodina po raných bramborách, ozimých směskách nebo ozimém ječmeni. Nevhodné předplodiny jsou brukvovité plodiny (ozimá řepka) s ohledem na šíření chorob a škůdců.

Květák

Květák má podobné nároky jako kedlubny, půda může být i těžší. Stejné jsou i předplodiny. Pro podzimní odrůdy to mohou být i jarní směsky, špenát, salát a rané brambory. Košťáloviny obecně jsou po sobě nesnášenlivé.

Rajčata

Rajčata jsou teplomilnou zeleninou propustných, záhřevných hlinitých až lehčích, vlhčích a dobře zásobených půd. Vyžadují hnojení chlévským hnojem, pak jsou na předplodinu méně náročné (kromě rostlin z čeledi lilkovitých). Pěstují se po obilninách, jetelovinách, luskovinách a směskách, nebo po přezimovaných kulturách salátu a špenátu. Po dobrých předplodinách se nemusí organicky hnojit.

Okurky

Okurky mají stejné nároky na půdu a předplodiny i hnojení jako rajčata.

Celer

Celer je zelenina do vododržných, řepařských půd, dobře zásobených živinami a vodou. Pokud nenásleduje po hnojem hnojených okopaninách a okurkách zelí, tak se hnojí chlévským hnojem.

Rajčata, okurky a celer je vhodné po sobě pěstovat po 2-3 letech.

Mezi **druhy zeleniny nevyžadující, nebo nesnášející hnojení chlévským hnojem** patří zejména kořenová zelenina (mrkev, petržel a červená řepa) a dále cibuloviny a špenát. Tyto druhy se zařazují po okopaninách nebo zeleninách hnojených chlévským hnojem.

Mrkev

Rané karotky vyžadují lehčí, humózní půdy, pozdní odrůdy těžší, propustné a nezaplevelené půdy. Jako předplodina jsou vhodné okopaniny, košťáloviny, rajčata, okurky, jeteloviny. Mrkev nesnáší přímé hnojení chlévským hnojem. Je možné ji vysévat i jako podsev do máku, řepky, nebo luskovin.

Petržel

Petržel má obdobné nároky na půdu i předplodinu jako mrkev. Je plodinou druhé až třetí tratě.

Salát hlávkový

Hlávkový salát vyžaduje humózní lehčí půdy s propustnou spodinou a s dostatkem vody. Na dobrých půdách není na předplodinu náročný, po sobě je snášenlivý. Může být pěstován i jako meziplodina.

Špenát

Špenát vyžaduje střední humózní půdy ve staré půdní síle. Dobré předplodiny pro špenát jsou všechny okopaniny, hnojené zeleniny, obilniny. Pro letní a podzimní výsev pak rané brambory, rané košťáloviny, směsky na zeleno.

Cibule

Cibule by měla být pěstována na kyprých, humózních středně těžkých půdách, které jsou dostatečně zásobené živinami a nezaplevelené. Nesnáší přímé hnojení hnojem, je spíše plodinou druhé až třetí tratě. Dobré předplodiny pro cibuli jsou okopaniny, košťáloviny, rajčata, okurky. Cibule je po sobě nesnášenlivá.

Česnek

Česnek je plodinou hlubokých humózních půd, dobře zásobených živinami ve staré síle. Dobré předplodiny jsou okopaniny, zeleniny a směsky. Výsadba je prováděna na podzim, nebo na jaře. Sklizeň je nutno provést koncem července. Po sobě je česnek výrazně nesnášenlivý.

Mezi **druhy zeleniny méně náročné na živiny, hlavně dusík** se řadí hrách na zelený hrášek a na lusky, fazol, cibulová sazečka. Tyto zeleniny mají obdobné požadavky na zařazení do osevního postupu jako běžné polní plodiny. Větší péči je třeba věnovat jejich menší konkurenční schopnosti vůči plevelům.

Hrách na lusky

Hrách vyžaduje půdu střední, zásobenou vápníkem. Nesnáší mokré půdy.

Fazol

Fazol se seje na půdách lehkých až středních, 3-4 roky po hnojem hnojené plodině.

2.5 Meziplodiny v osevním postupu

Meziplodiny využívají části vegetační doby mezi dvěma hlavními plodinami v osevním sledu. Jsou nezbytnou součástí moderní rostlinné výroby v tzv. **ozelenění půdy** po celou vegetační dobu. Dociluje se jimi lepší využití půdy a zpestření (rozšíření spektra) počtu druhů pěstovaných plodin. Význam meziplodin je mnohostranný, při hospodaření na půdě plní významné a nezastupitelné funkce při střídání plodin v osevních postupech, půdoochrané funkce při plnění pravidel DZES (Dobrý zemědělský a environmentální stav), nebo jako tzv. EFAs plochy (Ecologically Focused Areas) v rámci tzv. Greeningu.

Obohacení půdy o organickou hmotu a zlepšení půdních vlastností

Zapravením biomasy meziplodin do půdy nebo jen využitím kořenových a nadzemních zbytků se do půdy dostává snadno rozložitelná organická hmota. Z dlouhodobého hlediska má pěstování meziplodin vliv na zvýšení obsahu humusu v půdě. Kořenový systém meziplodiny přispívá ke kypření půdy a zlepšení jejího vodního a vzdušného režimu. Pomocí meziplodin lze snížit zhutnění půd. Vytvořením dostatečně zapojeného porostového krytu vzniká stinné garé a omezuje se neproduktivní výpar. Meziplodiny tak významně přispívají ke zvyšování půdní úrodnosti, zlepšení půdní struktury a života v půdě, zlepšují koloběh a využití živin. Meziplodiny lze využít k náhradě hnojení chlévským hnojem v případech jeho nedostatku. Při použití bobovitých rostlin obohacují půdu dusíkem.

Protierozní působení

Porosty meziplodin chrání půdu před větrnou a vodní erozí. Meziplodiny využívají dešťové srážky v meziporostním období pro tvorbu biomasy a zabraňují ztrátovému odtoku vody. Největší efekt má udržení rostlinného krytu po co nejdelší část roku. Meziplodiny se využívají při půdoochranných technologiích zpracování půdy.

Zamezení vyplavování živin a omezení znečišťování podzemních vod

Meziplodiny umožňují při omezování ztrát živin (především dusíku) jejich vyplavováním z půdy, hlavně v podmínkách vyšších srážek a propustnějších půd. Plní tak významnou funkci v pásmech hygienické ochrany i v erozně ohrožených oblastech.

Přerušovač osevních sledů

Porosty meziplodin potlačují šíření chorob a škůdců. Regulují zaplevelení porostů polních plodin a potlačují výdrol předplodin. Při větší koncentraci plodin stejné pěstitelské skupiny (obilniny) jsou mnohdy jediným řešením zvýšení biodiverzity agrosystému. Meziplodiny rovněž pozitivně působí na vytváření stínového garé a půdní struktury.

Doplnění a zpestření krmivové základny

Meziplodiny se mohou se účinně podílet na zlepšení produkce objemných krmiv.

Příklady možného využití vybraných druhů meziplodin jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14: Příklady využití vybraných druhů meziplodin

Meziplodina	Čeleď	Obvyklý výsevek (kg.ha^{-1})	Doba výsevu a využití meziplodin
			VII VIII IX X XI XII I II III IV V
Hořčice bílá	Brukvovité	20 - 25	V → ZH - Z → M^2 - Z, M^2 - P
Svazenka vratičolistá	Stružkovcovité	10 - 15	V → ZH - Z → M^2 - Z, M^2 - P
Ředkev olejná	Brukvovité	20 - 25	V → ZH - Z → M^2 - Z, M^2 - P
Pohanka obecná	Rdesnovité	60	V → ZH - Z → M^2 - Z, M^2 - P
Žito trsnaté	Lipnicovité	100 (M, ZH) 150 (K)	V → ZH - Z → M^1 - CH - Z, M^1 - CH - P, K

V = výsev, ZH = zelené hnojení, M = mulč, 1 = nevymrzající, 2 = vymrzající, K = krmná meziplodina, Z = zapravení, P = přímý výsev, CH = chemická likvid.

Na druhou stranu může mít pěstování meziplodin i negativní důsledky:

- rozšíření chorob a škůdců při nevhodně zvoleném druhu meziplodiny,
- nedostatečná protierozní funkce a regulace zaplevelení u špatně vzešlých porostů meziplodin,

- snížení kvality založení porostu následné plodiny na jaře při větším množství zbytků meziplodin se vlivem mulče půda pomaleji prohřívá,
- pokles výnosu následných plodin v suchých oblastech a letech odčerpáním zásoby vody v půdě meziplodinou.

Většinu negativních vlivů pěstování meziplodin lze však vhodnými agrotechnickými nebo technologickými opatřeními do značné míry eliminovat.

Zastoupení meziplodin v osevním postupu je odvislé jednak od půdně-klimatických podmínek a jednak od ekonomických a organizačních možností zemědělského podniku. Z půdně-klimatických podmínek se jedná především o teplotní poměry (dostatečná délka vegetační doby) a vláhové zabezpečení (množství srážek, jejich rozdělení a vododržnost půdy). Z hlediska organizačně-ekonomických podmínek je důležitá struktura pěstovaných plodin, vybavenost vhodnou mechanizací, dostupnost levného osiva a celková úroveň hospodaření. Výběr meziplodin je třeba volit tak, aby zpestřovaly strukturu plodin a celkově přispívaly k biologické vyváženosti osevního postupu. O dosažení uspokojivého výnosu nadzemní i podzemní biomasy rozhoduje rychlé a kvalitní založení porostů.

Rozlišujeme tři základní formy meziplodin: ozimé, letní a meziplodiny podsevové.

2.5.1 Ozimé meziplodiny

Jejich hlavní uplatnění je zajištění čerstvé objemné píce v časném jarním období. Využívají meziporostní období od konce léta a začátku podzimu do časného jara a umožňují krmení hospodářských zvířat čerstvou pící od května do poloviny června. Jejich hlavní výhodou je, že dobře využívají zimní vláhu a proto jejich pěstování zabezpečuje **poměrně jisté výnosy**. Jsou také účinné při regulaci plevelů. Vzhledem k tomu, že se sejí poměrně brzy na podzim (září), mohou být využívány po včas sklizených předplodinách jako jsou rané brambory, ozimá řepka, případně časně sklizené obilniny, zejména ozimý ječmen. Nejčastěji jsou jako ozimé meziplodiny využívány **brukvovité pícniny (ozimá řepice, ozimá řepka), ozimé žito, tritikale, ozimá pšenice, jílek mnohokvětý nebo směsky s ozimou vikví.** Specifickou meziplodinou je landsberská směska (jílek mnohokvětý, vikev ozimá a inkarnát). Protože různé ozimé meziplodiny přichází odlišně do sklizňové zralosti, při vhodném druhovém výběru komponent lze docílit časově postupné kvalitní jarní krmení.

Mohou poskytnout výnos čerstvé hmoty až 10 $t.ha^{-1}$. Zařazují se po obilninách. Jako následné plodiny v osevních postupech po ozimých meziplodinách jsou pěstovány kukuřice na siláž a na zelené krmení (v nejvhodnějších podmínkách i rané hybridy kukuřice na zrno), ranější odrůdy brambor, sazečky okopanin (řepa, mrkev), hořčice, proso, pozdní zelí, hrách na lusky,

krmná kapusta, jednoleté pícniny. Výběr následných plodin je ovlivněn především stanovištními podmínkami v dané výrobní oblasti. Od pěstování krmných ozimých meziplodin se ustupuje z důvodů finanční náročnosti, nižší produkce a kvality biomasy ve srovnání se silážní kukuřicí.

2.5.2 Letní meziplodiny

Letní meziplodiny využívají meziporostní období v letní době. Jsou vysévány po brzy sklizených hlavních plodinách např. raných bramborách, jarních směskách, rané zelenině apod. Jejich součástí jsou i tzv. strniskové meziplodiny, které jsou zařazovány v osevních sledech po včas sklizených obilninách a ozimé řepce.

Slouží jednak jako doplňkový zdroj objemných krmiv, který je však značně rozdílný v jednotlivých letech podle vláhových podmínek, ale především k ochraně půdy a zlepšování půdních vlastností zanecháním mulče na povrchu půdy nebo zapravením jejich biomasy do půdy formou zeleného hnojení.

Úspěch pěstování letních meziplodin závisí především na:

- délce meziporostního období mezi hlavními plodinami,
- dostatku vhodných časně sklizených předplodin,
- rychlém provedení včasné přípravy půdy a výsevu meziplodiny,
- vlhkostních podmínkách po zasetí a v průběhu růstu,
- zajištění dostatečné výživy především dusíkem.

Zařazení do osevního postupu je odvislé od délky meziporostního období, které je k dispozici po sklizni předplodiny, dostatku vláhy, rychlé přípravy půdy i setí a od délky vegetační doby vybrané meziplodiny. Meziplodiny s delší vegetační dobou (kukuřice a slunečnice 10 až 13 týdnů, bob 12 týdnů, peluška 8-10 týdnů) lze pěstovat po raných bramborách, luskovinoobilních směskách a raných zeleninách. Pro výsev letních meziplodin se často využívá směsi dvou až tří druhů plodin různého vzrůstu, aby byl dobře využit vegetační prostor a docílen vyšší výnos kvalitní biomasy. Výnos čerstvé hmoty se pohybuje dle podmínek okolo 8 $t.ha^{-1}$. V osevním sledu se zařazují před ozimou pšenici, ozimé žito, ale také před kukuřici či brambory.

Rozhodující význam mají **strniskové meziplodiny** po včasně sklizených obilninách. Využívány jsou plodiny s krátkou dobou růstu kolem 7 týdnů, především hořčice bílá, řepka ozimá, pohanka obecná, svazenka vratičolistá, sléz krmný a různí kříženci brukvovitých plodin. Příliš časný výsev hořčice bílé (do poloviny července) však vede k brzkému kvetení a tím i k zastavení dalšího nárůstu biomasy.

Založení porostů strniskových meziplodin lze zajistit minimalizačními nebo klasickými technologiemi. Pro uspokojivý výnos strniskových meziplodin je žádoucí rovnoměrnější vláhové zajištění. Podle ŠKODY (1975) je orientačně potřeba 60-80 mm srážek. Využití srážek lze zlepšit vhodnými způsoby zpracování půdy. V sušších oblastech se vhodně uplatňuje mělké zpracování půdy, včetně minimalizačních postupů. Vedle talířového nářadí jsou dobré zkušenosti s rotačními kypřiči. Velmi důležitá je rychlost založení porostu a využití zásoby půdní vláhy po obilnině. Zkušenosti dokazují, že jistota výnosů strniskových meziplodin v bramborářské výrobní oblasti je 80 - 100 %, v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti jen 40 - 60 %.

Mezi nejrozšířenější strniskové meziplodiny patří hořčice bílá a svazenka vratičolistá (výnos čerstvé hmoty okolo 13 $t.ha^{-1}$). Meziplodiny jsou zapraveny (nejčastěji zaorány) co nejpozději na podzim nebo ponechány na pozemku přes zimu jako přezimující (na jaře se chemicky likvidují) nebo vymrzající. Následně po meziplodinách je většinou pěstována kukuřice, v menším rozsahu cukrovka, slunečnice, jarní ječmen, mák i další plodiny.

2.5.3 Podsevové meziplodiny

Tyto meziplodiny jsou podsévány na jaře do krycí plodiny a sklízejí, spásají nebo zaorávají se na zelené hnojení na podzim téhož roku. Kromě toho, že využívají meziporostní období, působí na půdu i během růstu krycí hlavní plodiny. Hlavní předností plodin pěstovaných jako podsevové meziplodiny (většinou jetelovin a trav) je příznivý vliv na půdní vlastnosti, vyplývající z většího množství a dobré kvality posklizňových zbytků a kořenů, které po sobě zanechávají.

Jejich hlavní výhody spočívají:

- v celkovém zjednodušení přípravy půdy a agrotechniky, které jsou společné s krycí plodinou,
- v nižším vláhovém riziku v průběhu letního období,
- v příznivém účinku na zdravotní stav půdy,
- v prodlužování doby stínového garé a tím prodlužování půdní dospělosti,
- v ekonomicky nejvhodnějším způsobu zeleného hnojení.

K podsevům na zelené hnojení, které se nejčastěji vysévají do obilnin, se hodí především plodiny s pomalým počátečním růstem. Jejich hlavní růst nastupuje po sklizni krycí plodiny. Z trav je to především jílek mnohokvětý pro jeho vysokou produktivnost, poměrně snadnou produkci osiva a velmi dobré účinky na zlepšování půdních vlastností.

Z jetelovin má ve vlhčích oblastech hlavní uplatnění jetel plazivý. Použity mohou být i jiné jeteloviny (jetel zvrhlý, tolice dětelová, komonice bílá). Limitující pro jejich použití je obtížná a drahá produkce osiva. Výhodnější je použití směsí trav a jetelovin, poněvadž v případě nepříznivých podmínek pro jeden druh zastoupí druhý komponent jeho místo a směs vytváří zpravidla lepší zapojení a jeho zúrodňující účinek na půdu je lepší. Jetelovinová složka nevyžaduje hnojení dusíkem a poutáním vzdušného dusíku příznivě působí na úrodnost půdy a následné plodiny.

2.6 Návrhy a sestavování osevních postupů

Při projektování návrhů osevních postupů je třeba vypracovat a vzájemně sladit jednotlivé dílčí úseky systému zemědělské produkce v podniku. Jedná se o provedení rozboru současného stavu, stanovení cílového řešení rostlinné produkce včetně technicko-organizačního zabezpečení a návrh postupu pro dosažení cíle.

2.6.1 Podmínky a požadavky zemědělského podniku

Při navrhování osevních postupů vycházíme z upřesnění hospodářského obvodu zemědělského podniku, výměry orné půdy a z požadavků na:

- produkci tržních plodin,
- zabezpečení požadavků živočišné produkce (zejména objemná a jadrná krmiva, podestýlka); přitom je třeba dbát i na požadavek levné výroby organických hnojiv,
- produkci biomasy pro energetické využití (bioplynové stanice, spalování biomasy).

Na základě sumarizace požadavků celkové produkce znalosti průměrných dosahovaných výnosů vypočítáme potřebnou strukturu ploch vybraných plodin (%, ha). Velmi důležité je promítnutí návrhu do ekonomických výsledků, posouzení technicko-organizačního zajištění dopravních vzdáleností a především pak dlouhodobějšího marketingu, tj. požadavků trhu v příštích letech.

2.6.2 Vlastní projekce osevních postupů

2.6.2.1 Půdní fond zemědělského podniku

Vedle vymezení výměry půdního fondu v zemědělském podniku je zapotřebí zhodnotit podle podkladů půdní a klimatické podmínky, homogenitu půd na jednotlivých pozemcích, vodohospodářské poměry a přihlížet k požadavkům ochrany životního prostředí i udržování nebo zlepšování úrodnosti půdy. K tomu lze využít podklady zpracované rajonizace plodin, komplexního průzkumu půd, vymezení bonitovaných půdně-ekologických jednotek a příslušné

mapové materiály spolu s evidenčními údaji o produkčních výsledcích podniku. Všechny tyto podklady jsou spolu s uvážením rozmístění provozů živočišné produkce významné pro stanovení struktury plodin, vymezení počtu a délky osevních postupů se zřetelem na co nejlepší využití stanovištních podmínek a respektování biologických i technologických nároků pěstovaných plodin včetně jejich termínů setí a sklizně (Tab. 15).

2.6.2.2 Vytvoření nových půdních celků a návrhu cestné sítě

Při návrhu nových půdních celků (honů), je třeba přihlížet k jejich homogenitě, optimalizaci jejich velikosti a tvaru, podle přírodních podmínek, členitosti reliéfu a přirozených překážek v terénu. Respektování těchto podmínek je důležité z hlediska zachování celkové biologické rovnováhy krajiny, úrodnosti půdy a její ochrany před devastací, především vodní erozí. Nedílnou součástí úprav je i úprava cestné sítě. Ta má zajistit výhodné spojení střediska zemědělského podniku s pozemky. Musí umožnit přepravu
mechanizace, strojů a přepravovaných hmot mezi střediskem a pozemky tak, aby vzdálenosti byly co nejkratší, nezvyšovaly náklady na přepravu a nedocházelo k poškozování půdy.

2.6.2.3 Navržení počtu a délky osevních postupů

Počet osevních postupů je ovlivněn zejména velikostí zemědělského podniku, dopravními vzdálenostmi, centry živočišné výroby, výrobním zaměřením a v neposlední řadě i vhodností půd pro vybrané plodiny.

V podmínkách se specifickým zaměřením produkce lze vedle běžných polních osevních postupů využívat i speciální osevní postupy odpovídajícího produkčního zaměření.

Délka osevních postupů je určena počtem honů. Počet honů je ovlivňován počtem a zastoupením pěstovaných plodin, půdními a pěstitelskými podmínkami. Důležitým kritériem je časový odstup po sobě nesnášenlivých plodin z hlediska rozšiřování chorob, škůdců a tzv. „únavy půdy". Na délku osevních postupů má vliv i požadavek častějšího zařazení zúrodňujících plodin na jednotlivých honech. Podle délky se osevní postupy rozdělují na:

- krátké (max. 6 honů),
- střední (7-10 honů),
- dlouhé (nad 10 honů).

Tabulka 15: Agrotechnické lhůty setí a sklizně hlavních polních plodin v ČR

OBILNINY	Měsíc											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
PŠENICE ozimá							H	H		S	S	S	S					
PŠENICE jarní				S	S	S								H	H	H		
JEČMEN ozimý							H	H	H				S	S	S			
JEČMEN jarní				S	S	S								H	H	H		
ŽITO ozimé							H	H				S	S	S				
TRITIKALE ozimé							H	H	H				S	S	S			
OVES					S	S	S							H	H	H		
KUKUŘICE (zrno)						S	S	S	S						H	H	H	H

OLEJNINY	Měsíc											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
ŘEPKA ozimá							H	H	H	S	S	S						
MÁK				S	S	S								H	H	H		
LEN						S	S	S						H	H	H	H	
SLUNEČNICE						S	S	S									H	H	H
SÓJA						S	S	S									H	H	H
SAFLOR				S	S	S										H	H	

OKOPANINY	Měsíc											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
ŘEPA cukrovka					S	S	S									H	H	H	H
ŘEPA krmná					S	S										H	H	H	
BRAMBORY rané				S	S	S				H	H	H							
BRAMBORY poloran.						S	S	S						H	H	H			
BRAMBORY pozdní						S	S	S								H	H	H	H

LUSKOVINY	Měsíc											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
HRÁCH				S	S	S				H	H	H						
BOB					S	S						H	H					
SÓJA						S	S	S						H	H	H		

PÍCNINY	Měsíc											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
VOJTĚŠKA rok zal.				S	S	S				H	H	H						
1. užitkový rok						H	H	H						H	H			
2. užitkový rok							H	H	H					H	H	H		
JETEL rok založení				S	S	S						H	H	H				
1. užitkový rok							H	H	H						H	H		
JTS rok založení				S	S	S									H	H		
1. užitkový rok							H	H						H	H	H		
LOS jarní				S	S	S						H	H					

LOS = luskovinoobilní směska | JTS = jetelovinotravní směs | S = setí (sowing) | H = sklizeň (harvest)

Při stanovení délky osevního postupu je třeba zohlednit:

- půdní podmínky - na úrodnějších půdách lze využít delší osevní postupy,
- procentické zastoupení plodin - osevní postup by měl být tvořen co největším počtem jednoduchých honů,
- výměru méně snášenlivých plodin a jejich dostatečný odstup,
- technicko-organizační podmínky, možnosti plošného uspořádání půdy.

V příznivých podmínkách zpravidla lépe vyhovují delší osevní postupy, umožňující lepší využití jetelovin, zvláště vojtěšky. S tím též souvisí celkově pestřejší druhová skladba plodin pěstovaných v příznivějších podmínkách.

Z hlediska dodržování skladby pěstovaných plodin, zvláště vzájemného poměru a pořadí jednotlivých skupin plodin i dodržování délky rotace se rozlišují:

- **Pevné osevní postupy** - dodržují přesně navrženou strukturu plodin, poměr i pořadí plodin a délku rotace.
- **Uvolněné (pružné) osevní postupy** - dodržují veškeré hlavní zásady střídání plodin, ale v některých letech se v rotaci odchylují od pravidelného schématu, případně mění sled článků osevního postupu. Dodržují však tzv. **kostru osevního postupu**, tj. pravidelné zařazování plodin zlepšujících půdní úrodnost (jeteloviny, organicky hnojené plodiny).
- **Volné osevní postupy** - nedodržuje se struktura skupin plodin, jejich pořadí ani délka rotace. V některých letech nebo na některých honech se mění zařazování plodin podle potřeby, zejména v závislosti na jejich poptávce. Podle možností se pouze posuzuje, jak předplodina vyhovuje následující plodině.

2.6.2.4 Stavba osevního postupu

Vybrané plodiny se seskupují podle botanických vlastností, agrotechnických požadavků, nároků na živiny a dalších kritérií do pěstitelských skupin. Tyto plodiny (v rámci skupiny) mají přibližně stejné nároky na základní a předseťovou přípravu půdy, hnojení, předplodiny a mají přibližně stejnou předplodinovou hodnotu.

Po zařazení plodin do pěstitelských skupin se stanoví nejvhodnější délka osevního postupu tak, aby tyto skupiny plodin mohly být na hony osevního postupu zařazeny bez jejich zbytečného dělení.

Základ osevního postupu tvoří rozmístění zlepšujících tzv. **nosných plodin** se zúrodňujícím účinkem (jeteloviny, plodiny první tratě hnojené organicky a ostatní širokolisté zlepšující plodiny). Na hlavní nosné plodiny navazují další plodiny využívající jejich

předplodinovou hodnotu. Vytvářejí se tak 2–4 leté sledy tzv. **články osevního postupu.** V navržených sledech plodin je třeba dodržovat zásady střídání plodin. Výsledný zúrodňující účinek osevního postupu je ovlivněn zejména časovým odstupem jetelovin a organicky hnojených plodin a také uplatněním vhodných meziplodin v meziporostním období.

Příklad dvojhonových článků (dvojčlánků): cukrovka-ječmen jarní, cukrovka-pšenice jarní, jetel luční-pšenice ozimá, hrách-pšenice ozimá, řepka ozimá-pšenice ozimá, brambory-ječmen jarní, ječmen ozimý- řepka ozimá atd.

Příklad trojhonových článků (trojčlánků): vojtěška-vojtěška-pšenice ozimá, kukuřice-ječmen jarní-ozimá směska, hrách-pšenice ozimá-oves, brambory-pšenice ozimá-jarní směska atd.

Příklad čtyřhonových článků (čtyřčlánků): okopanina-kukuřice silážní-pšenice ozimá-ječmen jarní, brambory-luskoviny-pšenice ozimá-jarní ječmen.

S výjimkou kratších rotací by z hlediska vlivu na půdní strukturu měl osevní postup ve své rotaci zahrnovat tři základní období:

- období zúrodňující (strukturotvorné), které zahrnuje pěstování jetelovin (1-3 roky) a po nich i následující plodinu, pod jejímž porostem se může strukturotvorný účinek dokončovat,
- období využití, které tvoří střední část osevního postupu. Vzájemné střídání zlepšujících a zhoršujících plodin je hlavním principem uspořádání sledu plodin v období využití,
- období přípravné, které umožňuje založení víceleté pícniny pro další rotaci.

V přípravném období záleží především na tom, jaká bude použita krycí plodina a kdy byla předplodina hnojena organickými hnojivy.

2.6.2.5 Přechodné období osevního postupu

Přechodné období osevního postupu umožňuje na účelně navržené skladbě honů realizovat nově navržené osevní postupy bez výraznějšího vlivu na dosahované výnosy, úrodnost půdy a ekonomické výsledky podniku.

Přechodné období je zpravidla 2-3 leté a musí splňovat následující požadavky:

- zabezpečit plynulost a stabilitu výroby,
- zachovat osevní plochy hlavních tržních plodin a zabezpečit produkci krmných plodin pro živočišnou výrobu,
- dodržovat zásady střídání plodin,
- být pokud možno co nejkratší.

Postup práce při realizaci přechodného období:

1. vytvoření celkového přehledu předplodin na nově navržených honech a jejich dílčích částech (nejlépe několik roků zpět), aby bylo možné dodržet zásady střídání plodin,
2. umístění pozemků jetelovin do terénu na jejich potřebnou výměru se zachováním současně založených porostů,
3. umístění poslední plodiny osevní rotace (nejčastěji krycí plodiny s podsevem) do terénu,
4. do terénu se umístí ostatní plodiny zařazené v osevním postupu a to nejdříve náročnější plodiny, vyžadující půdu v příznivém stavu, které nejsou hnojeny organickými hnojivy, dále zařazujeme obilniny v pořadí podle jejich náročnosti a nakonec zařazujeme zpravidla plodiny hnojené chlévským hnojem.

Menší vhodnost některých předplodin je třeba vyrovnávat diferencovaným hnojením i na částech honů a rovněž je vhodné využívat zařazení meziplodin jako přerušovačů a zlepšujících složek v osevním postupu.

2.6.2.6 Zastupitelnost plodin

V podmínkách, které se vyznačují větší půdní různorodostí, kdy na některých pozemcích není možné pěstovat všechny plodiny, je možné využívat zastupitelnost plodin, nelze-li sestavit a vyčlenit plochy pro další osevní postup. Vzájemně zastupitelné plodiny mají sice rozdílné požadavky na půdu, nebo jsou různě schopné využívat určité stanoviště, mají však stejnou předplodinovou hodnotu vlivem přibližně stejné agrotechniky, úrovně hnojení, biologických vlastností a podobně.

Zastupitelnosti plodin je vhodné také využívat v případě změny poptávky na trhu, aby nebyla narušena základní kostra osevního postupu.

Příklady dvojic vzájemně zastupovaných plodin (plodina zastupitelná-plodina zastupující): pšenice-žito, ječmen-oves, vojtěška-jetel luční, cukrovka-brambory, kukuřice-brambory, řepka ozimá-jarní směska, řepka ozimá-len.

2.6.2.7 Blokace honů

Blokový hon představuje plošnou jednotku střídání plodin o větší výměře, který je sestaven z půdních celků (pozemků) na sebe navazujících, a na kterých je v jednom roce pěstována stejná plodina nebo více plodin patřících do stejné pěstitelské skupiny.

Hranice blokových honů by v převážné míře měly tvořit neodstranitelné překážky. Uvnitř blokového honu se mohou nacházet překážky odstranitelné. Při blokaci honů je nutno respektovat především druhové vlastnosti půd, hloubku půdního profilu a svažitost. Pozemky mají být zpřístupněny tak, aby byly umožněny přejezdy mechanizace v pracovní poloze.

2.7 Specializované osevní postupy s vysokým podílem jednotlivých plodin

Specializované osevní postupy jsou obvykle sestavovány pro pozemky, na nichž jsou optimální nebo velmi dobré podmínky pro pěstování určitého druhu plodin. V těchto podmínkách je dosahován při běžné agrotechnice stálý a vysoký výnos s vysokou kvalitou produkce i ekonomickými efekty. Je zde proto účelné vyšší zastoupení plodin adaptovaných pro dané podmínky.

2.7.1 Osevní postupy se specializací na obilniny

Při požadavcích vyššího procentického zastoupení obilnin ve struktuře pěstovaných plodin se obilniny často zařazují 2-3 roky po sobě. Někdy se zařazují obilniny i v delším obilninovém sledu, což může ovlivnit úroveň dosahované produkce. Jsou rovněž známy stacionární pokusy s monokulturami obilnin trvající i více než 150 let (Rothamsted v Anglii, Halle/Saale v Německu, TSCHA v Moskvě, Iowa v USA) a kratší 40-55 leté v ČR - Čáslav, Kroměříž, Lukavec, Pohořelice, Žabčice aj. Nejcitlivější na monokulturu je pšenice, tolerantnější je ječmen a žito, pokud se týká výše produkce. Nevhodné monokulturní pěstování jarního ječmene lze kompenzovat minerálním hnojením, i když výnosy se snižují. Důležitým předpokladem jsou rezistentní odrůdy proti chorobám.

Ozimá pšenice snižuje v dlouhodobé monokultuře výnos výrazněji i při vysoké hladině minerálního hnojení. Částečně lze nevhodnost opakovaného pěstování eliminovat organickým hnojením. Výsledky výzkumu i praxe nedoporučují monokulturní pěstování obilnin i s ohledem na trvalý negativní dopad na půdní úrodnost. Pro určení minimálního odstupu pěstování téže plodiny po sobě a pro doporučení maximální únosné koncentrace plodiny v osevním postupu lze využít údajů v tabulce 16.

Při vyšších koncentracích plodin v osevních postupech se mj. zvyšuje infekční tlak škodlivých organizmů. Doporučuje se proto obilní sledy, a zejména pak monokultury kukuřice, přerušovat zařazením zlepšujících plodin na 1 - 3 roky. Tyto tzv. přerušovače mají významný fytosanitární účinek. Používají se jeteloviny, luskoviny, luskovinoobilní směsky, řepka, brambory a další plodiny.

U obilnin jsou možné maximální koncentrace v osevním postupu na dobrých půdách 60 - 68 %, na půdách s nízkou úrodností do 50 %. Zásadně by se měly po sobě pěstovat jen dvě obilniny, na horších stanovištích přes jeden rok, a to v kombinaci s žitem a ovsem. Při pěstování

kukuřice se podíl všech obilnin může na nejúrodnějších půdách po určitou krátkou dobu zvýšit až na 100 % orné půdy.

Pšenice může v nejpříznivějších podmínkách při současném vysokém stupni péče o porosty dosáhnout zastoupení v osevním postupu 35 % i více. Pokud jsou v takovém osevním postupu pěstovány další ozimé plodiny, může dojít k přemnožení některých plevelů jako chundelka metlice, heřmánkovec přímořský, rmen, pýr plazivý a podobně.

Tabulka 16: Časový odstup a koncentrace plodin při jejich zařazování do osevních postupů

Plodina	Odstup pěstování po sobě (počet let)	Maximální koncentrace v osevním postupu (%)
Pšenice	1	35 - 50 (střídat odrůdy)
Žito, tritikale	0 - 1	55 - 66
Ječmen	0 - 1	50 - 66
Oves	2	35 - 50
Kukuřice	0	66
Obilniny celkem	0 - 1	62 - 72 (střídat druhy)
Hrách, bob, vikev	4	25
Řepka	3 - 4	25 - 33
Slunečnice	6	16 - 20
Len	6	14
Cukrovka, krmná řepa	4	20 - 25
Brambory	4 - 5	20 - 25
Jetel luční	4 - 5	20
Vojtěška setá	3	30 -35

2.7.2 Osevní postupy se specializací na technické plodiny, okopaniny a pícniny

Ozimá řepka se vzhledem k rozšíření chorob a škůdců doporučuje pěstovat v závislosti na délce osevního postupu v rotaci jednou až dvakrát.

Brambory by měly být pěstovány maximálně na 25 % plochy orné půdy zemědělského podniku.

Cukrovka je po sobě nesnášenlivá, pro nutný časový odstup 4 let (háďátko řepné) nelze přesáhnout koncentraci v osevním postupu 25 %.

Len je ještě citlivější, vyžaduje odstup 6 let, to odpovídá nejvyšší možné koncentraci 14 %.

Vojtěška se obvykle nepěstuje více než na ploše 18-22 % vzhledem k její potřebě. Pouze tam, kde je žádoucí využití horkovzdušné sušárny nebo vysoká koncentrace živočišné výroby je možno zvýšit zastoupení na 30-33 %.

Jetel luční se pěstuje maximálně na 20 % plochy orné půdy. Zastoupení jetelovin může být v pícninářských osevních postupech ještě i vyšší.

2.8 Speciální osevní postupy

V zemědělských podnicích, které mají specifické produkční zaměření nebo kde jsou půdy specifického charakteru, se mohou uplatnit speciální osevní postupy, které tyto podmínky v potřebné míře respektují.

2.8.1 Osevní postupy protierozní

Protierozní ochranu půdy v ohrožených územích by mělo respektovat jak vymezení jednotlivých honů z hlediska velikosti, tvaru a rozmístění v terénu, tak i výběr a pořadí pěstovaných plodin v osevním postupu.

Škodlivost vodní eroze se projevuje především na pozemcích s větším sklonem. Nebezpečnost eroze lze podle sklonu charakterizovat následovně:

- sklon do 2° vodní eroze nepůsobí,
- 2-4° eroze patrná,
- 5-8° eroze znatelná,
- nad 8° eroze na orné půdě nebezpečná,
- nad 15° eroze nebezpečná i na zatravněných pozemcích.

V terénu je třeba zachovávat přirozené protierozní překážky, které zmírňují erozní účinek odtékající vody. Důležité je, aby bylo respektováno vhodné rozmístění honů v terénu. Nejlépe se uplatňují hony tvaru protáhlého obdélníku ve směru vrstevnic, na nichž by po svahu byly prokládány plodiny s dobrým protierozním účinkem. Na dlouhých svazích je vhodné pásové uspořádání, případně i zatravnění vodotečí a exponovaných míst.

Z hlediska **protierozního účinku** lze plodiny seřadit následovně: trvalé travní porosty, dočasné travní porosty, jetel červený luční, vojtěška setá, hrách setý, bob obecný, řepka ozimá, len setý, oves setý, žito ozimé, pšenice ozimá, ječmen jarní, pšenice jarní, cukrovka, brambory, kukuřice.

Ochrana půdy před vodní erozí a předcházení důsledkům eroze například zaplavení nebo zanesení komunikací a dalších staveb splavenou půdou je v současné době **začleněna do legislativy Cross-compliance**, konkrétně do jednoho ze standardů Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES 5). Protierozní ochrana půdy je řešena stanovením požadavků na způsob pěstování vybraných hlavních plodin na silně a mírně erozně ohrožených plochách evidovaných v LPIS.

Definice DZES 5:

Žadatel na ploše dílu půdního bloku označené v evidenci půdy jako půda

a) **silně erozně ohrožená vodní erozí** zajistí, že se nebudou pěstovat erozně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok; porosty ostatních obilnin a řepky olejné na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií; v případě ostatních obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin, travních nebo jetelotravních směsí,

b) **mírně erozně ohrožená vodní erozí** zajistí, že erozně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Za „ostatní obilniny“ jsou považovány všechny ostatní druhy obilnin kromě vyjmenovaných ve znění standardu tj. kromě kukuřice a čiroku.

Podmínky podle písmen a) a b) nemusí být dodrženy na ploše, jejíž celková výměra nepřesáhne výměru 0,40 ha zemědělské půdy z celkové obhospodařované plochy žadatelem za předpokladu, že směr řádků erozně nebezpečné plodiny je orientován ve směru vrstevnic s maximální odchylkou od vrstevnice do 30 stupňů a pod plochou erozně nebezpečné plodiny se nachází pás zemědělské půdy o minimální šíři 24 m, který na erozně nebezpečnou plodinu navazuje a přerušuje všechny odtokové linie procházející erozně nebezpečnou plodinou na erozně ohrožené ploše, a na kterém bude žadatelem pěstován travní porost, víceletá pícnina nebo jiná než erozně nebezpečná plodina.

V komplexu celkových opatření je rovněž důležité správné použití technologií zpracování půdy a využití meziplodin, aby byl zabezpečen pokryv půdy v meziporostním období, případně i pro mulč v půdoochranných technologiích (např. u kukuřice).

2.8.2 Osevní postupy na písčitých půdách

Hlavním nedostatkem písčitých půd je nízký obsah jílnatých částic a organických látek. Skladba plodin v osevních postupech na těchto půdách má za cíl, vedle vlastní produkce, také zajistit zlepšení půdních vlastností. Důležitým úkolem osevních postupů na písčitých půdách je zvýšené dodávání organických látek ve formě chlévského hnoje, zeleného hnojení a posklizňových zbytků. Přitom je třeba zohledňovat požadavky plodin, aby se dokázaly vyrovnat s nepříznivými stanovištními podmínkami.

Osevní postupy jsou vesměs kratší a nemají většinou více jak 50 % obilnin. Z plodin, které lze na písčitých půdách pěstovat to jsou především ozimé žito (i ve směsi s ozimou vikví), oves, proso, kukuřice, brambory a lupina. Z jetelovin to jsou hlavně komonice bílá, úročník

lékařský, jetel plazivý i vojtěška, z trav jílek mnohokvětý, ovsík vyvýšený, kostřava ovčí i červená.

Po určité době, kdy dojde ke zlepšení půdních vlastností, lze pěstovat některé náročnější plodiny např. jetel luční, řepku ozimou i pšenici ozimou.

Významná úloha v těchto osevních postupech připadá pěstování vybraných plodin na zelené hnojení a to nejdříve jako plodin hlavních a později meziplodin (lupina, komonice aj.). Vhodné je využívat ozimých směsek, které dovedou využít zimní vláhu s následnými meziplodinami na zelené hnojení.

Obdobně jako v ostatních osevních postupech je nutné respektovat snášenlivost rostlin a zásady střídání plodin.

2.8.3 Osevní postupy pro využití kejdy a digestátu

Při vysoké koncentraci zvířat v bezstelivových provozech se produkuje značné množství kejdy, která má vysokou hnojivou účinnost, srovnatelnou s účinností hnoje. Příčinou problémů souvisejících s použitím kejdy bývá příliš vysoká koncentrace zvířat a často nižší kvalita kejdy (s nízkým obsahem sušiny). Přeprava značných objemů kejdy (Tab. 17) na pole klade velké nároky na dopravu, aplikační techniku a organizaci práce. Z těchto důvodů je výhodné pro takové podmínky zřizovat osevní postupy zaměřené na efektivní využití kejdy. Tyto osevní postupy jsou orientovány na plodiny, k nimž lze využívat vyšší dávky kejdy (např. travní a jetelotravní porosty, zrnová a silážní kukuřice, cukrovka, krmná řepa, krmná kapusta, luskovinoobilní směsky na píci, brambory aj.).

Umístění uvedených plodin v osevním postupu v blízkosti produkce kejdy umožňuje snížení přepravních nákladů a vhodné využití hnojivého účinku. Navržený osevní postup musí zajistit také potřebné meziporostní období, které v návaznosti na skladovací kapacitu jímek umožní vyvážení kejdy v doporučených dávkách na pole. V rámci tohoto osevního postupu je zapotřebí zpracovat časový harmonogram produkce, skladování a aplikace kejdy, s ohledem na požadavky jednotlivých plodin. Promyšlený osevní postup umožňuje využití kejdy v přiměřené dávce a požadovaném časovém termínu.

Tabulka 17: Průměrné dávky kejdy

Plodina	Termín aplikace	Dávky (t/ha)		
		skot	prasata	drůbež
Obilniny – ozimy	před seťovou orbou	30 - 35	20 - 25	10
	na jaře – regenerace	30 - 35	20 - 25	10
- jařiny	na podzim před orbou	35 - 40	25 - 30	10 – 15
	na jaře před seťovou přípravou	30 - 35	25 - 30	10
Brambory – konzumní	na podzim	45 - 60	30 - 35	15 – 20
	na jaře	45 - 50	30	15
- krmné	na podzim	55 - 70	35 - 45	20 – 25
	na jaře	55 - 60	35 - 40	20
Cukrovka	na podzim	65 - 70	40 - 45	25
Krmná řepa	na podzim	80 - 100	55 - 65	25 - 30
	na jaře	70 - 90	50 - 60	25
Kukuřice na siláž	na podzim	80 - 90	55 - 60	25 - 30
a na zrno	na jaře	70 - 80	50 - 55	20 - 25
Řepka ozimá	před seťovou orbou	30 - 35	20 - 25	10
	brzy na jaře	45 - 50	30 -35	15 - 20
Dočasná louka (na bázi srhy říznačky)	systém dělených dávek po jednotlivých sečích - 3 seče	80 - 100*	60 - 70*	30 - 35*

** celková dávka kejdy - Po jednotlivých sečích možno aplikovat kejdu pouze v oblastech s dostatečným množstvím srážek*

Kromě kejdy se dnes stále častěji setkáváme s pojmem digestát a jeho využitím při hospodaření na půdě. Dle legislativy (vyhláška č. 474/2000 Sb. a novely vyhlášky č. 271/2009 Sb.) je digestát organické hnojivo vyrobené výhradně ze statkových hnojiv a objemných krmiv anaerobní fermentací při výrobě bioplynu. Vzhledem k tomu, že zemědělských bioplynových stanic bylo k 1.1.2014 evidováno 378, stává se digestát významným hnojivem na mnohých farmách v České republice.

Výsledkem fermentace je digestát, který v porovnání se substrátem vstupujícím do fermentace:

- obsahuje nižší množství sušiny a organických látek,
- má nižší poměr C:N (do 10:1),
- obsahuje vyšší množství rychle uvolnitelného a účinného dusíku (NH_4^+).

Při srovnání s klasickými statkovými hnojivy má digestát vzhledem k použitým surovinám:

- poměrně vysoký celkový obsah dusíku (0,2 ale až i 1 % ve hmotě),

- vyšší pH (7 – 8),
- nižší obsah uhlíku,
- velmi variabilní obsah sušiny, který se pohybuje v rozmezí od 2 – 13 %.

Srovnání složení vybraných organických hnojiv s digestátem uvádí tabulka 18.

Tabulka 18: Průměrný obsah živin v kejdě, digestátu a v chlévském hnoji (*Dostál, Richter 2007*)

Druh hnojiva	% čerstvé hmoty						
	sušina	organické látky	N	P	K	Ca	Mg
Kejda skotu	10,8	8,8	0,49	0,11	0,46	0,1	0,04
Kejda prasat	12,4	9,6	0,76	0,38	0,30	0,2	0,05
Digestát kejdy telat	2,2	1,44	0,31	0,03	0,20	0,075	0,03
Digestát kejdy prasat a kukuřičné siláže	6,7	4,67	0,51	0,17	0,31	016	0,05
Drůbeží podestýlka	15,0	10,5	1,0	0,30	0,40	1,0	0,10
Chlévský hnůj	23,0	15,6	0,42	0,11	0,50	0,4	0,05

Procesem fermentace se odbourávají labilní organické látky (uhlík) z hnoje, kejdy, siláže **z 50 až 70 %** (tím klesá i sušina). **Proto je digestát chudý na obsah kvalitní (labilní) organické hmoty**, která slouží při jejich aplikaci do půdy jako zdroj energie půdním mikroorganizmům. Z tohoto důvodu je potřeba na pozemky hnojené digestátem dodávat i jiné zdroje organických látek (sláma, zelené hnojení, atd.).

Pro určování potřeby množství digestátu se vychází:

- z potřeby živin porostu pro předpokládaný výnos a kvalitu produkce,
- z množství přístupných živin v půdě a stanovištních podmínek (zejména vlivu klimatu, půdního druhu a typu),
- z půdní reakce (pH), poměru důležitých kationtů (vápníku, hořčíku a draslíku),
- z množství půdní organické hmoty (humusu),
- z pěstitelských podmínek ovlivňujících přístupnost živin (předplodina, zpracování půdy, závlaha).

Použití i dávkování digestátu jako hnojiva se do značné míry podobá použití a dávkování kejdy, samozřejmě vždy s přihlédnutím k obsahu živin, zejména dusíku a potřebám pěstovaných plodin. Efektivní využití digestátu v rostlinné produkci je úzce spojeno s bilancí

organické hmoty v půdě (především využití potenciálu meziplodin pěstovaných na zelené hnojení), ale i dalšími agrotechnickými opatřeními (strukturou pěstovaných plodin a využití vhodných systémů zpracování půdy).

2.8.4 Osevní postupy závlahové

Plné využití závlahy musí zabezpečit rentabilitu vysoké investice. Je proto třeba počítat s určitou specializací podniku, aby rentabilita byla zajištěna. Základem úspěšného využívání závlah je výběr plodin a kultur, které dovedou závlahovou vodu co nejlépe využít, zajišťují vysoké a stálé výnosy i dobré zpeněžení produkce.

Hlavní zásady pro uplatnění osevních postupů v závlahových podmínkách:

- přednostně zařazovat plodiny s vysokou výnosností a co nejlepší reakcí na závlahu (především okopaniny a pícniny),
- u víceletých pícnin prodlužovat dobu jejich produkčního využití, zvyšovat počet sečí v užitkových letech,
- při střídání plodin uplatňovat rozdílnou hloubku kultivace půdy a rozdílnou intenzitu hnojení,
- důrazně dbát na pravidelný a zvýšený přísun organické hmoty do půdy chlévským hnojem a zeleným hnojením,
- ve zvýšené míře zařazovat v meziporostním období meziplodiny,
- respektovat míru snášenlivosti plodin časovým odstupem pěstování po sobě,
- důsledně zajistit vysokou úroveň agrotechniky zavlažovaných plodin,
- věnovat zvýšenou pozornost regulaci zaplevelení.

Na závlahu dobře reagují následující plodiny: cukrovka, brambory, vojtěška setá, jetel luční, trávy, kukuřice, směsky na píci, bob, ozimá řepka a většina zelenin. K obilninám (především pšenici) se zpravidla využívá **doplňková závlaha** v kritických obdobích vegetace nebo **předvegetační závlaha**. Dobře zužitkují závlahu také všechny typy meziplodin. V průměru lze zvýšit výnos závlahou obilnin o 15-30 %, jetelovin o 40-80 %, okopanin o 30-50 %, jednoletých pícnin 50-100 %.

2.8.5 Osevní postupy semenářské

V semenářských osevních postupech je nutné respektovat požadavky závazné pro množitelské porosty při produkci osiva a sadby:

- pro množitelské porosty zajišťovat nejlepší předplodiny,

- dodržovat stanovené odstupy návratu téže plodiny na pozemek,
- zajistit izolační vzdálenosti podle jednotlivých plodin,
- zamezit nežádoucím druhovým i odrůdovým příměsím v množitelských porostech,
- systematicky provádět důslednou regulaci zaplevelení.

2.8.6 Osevní postupy pícninářské

Obvykle jsou zakládány v blízkosti středisek živočišné výroby a podstatně snižují náklady na dopravu všech objemných krmiv a také na dopravu stájových hnojiv. Pícninářské osevní postupy jsou ekonomické i pro menší farmy se zaměřením pro chov skotu. Mohou být zakládány také jako zdroj surovin (biomasy) pro horkovzdušné sušení.

Pícninářské osevní postupy zakládané poblíž stájí jsou označovány také jako **přífaremní** nebo **přídvorské**. Mimo víceleté pícniny jsou do těchto osevních postupů zařazovány ostatní krmné plodiny např. oves, směsky, krmné luskoviny, krmné okopaniny a případně některé speciální plodiny zaujímající v podniku menší plochu (zeleniny). Při vysokém podílu jetelovin však ztrácíme často jejich zúrodňující vliv, ale ušetříme na dopravě.

Charakteristické rysy pícninářských osevních postupů:

- jsou zpravidla kratší,
- mají specifické zastoupení plodin s menším zastoupením obilnin,
- zpravidla zahrnují jenom menší plochu orné půdy, někdy se zařazením dočasných luk,
- mají zpravidla relativně delší jetelovinové období,
- jsou intenzivně hnojeny stájovými hnojivy.

2.8.7 Osevní postupy zelinářské

Větší plochy zelenin jsou soustředěny do oblastí s vhodnými půdně klimatickými podmínkami a také s možností závlahy. Především se pěstování zelenin uplatní v blízkosti možností dobrého tržního zhodnocení produkce (příměstské oblasti).

Zařazování různých druhů zelenin do osevních postupů se provádí s ohledem na jejich náročnost, schopnost využití chlévského hnoje, délku jejich vegetační doby, při respektování zásad střídání plodin. Je třeba respektovat dostatečné časové odstupy mezi zeleninami z čeledi brukvovitých z hlediska nebezpečí výskytu „nádorovitosti“ košťálovin (5 let) a mezi zeleninami z čeledi lilkovitých z hlediska ochrany proti virovým a houbovým chorobám (2 roky). Rovněž se využívá krátké vegetační doby některých zelenin a běžně se pěstují jako druhé plodiny ve vegetačním období. Intenzivní využití půdy v zelinářských osevních postupech, zejména při závlaze, vyžaduje dostatečné hnojení statkovými hnojivy, zejména chlévským hnojem.

Podle reakce jednotlivých druhů zelenin na hnojení chlévským hnojem se zeleniny rozdělují na plodiny první, druhé a třetí tratě.

Zeleniny první tratě (k nimž se přímo hnojí chlévským hnojem) jsou zejména košťáloviny, jako květák, zelí, kapusta, kedlubny a některé plodové zeleniny jako okurky, rajčata a paprika. Z kořenových zelenin jen celer a rané brambory.

Zeleniny druhé tratě jsou zařazovány druhým rokem po hnojení chlévským hnojem. Patří k nim z kořenových zelenin mrkev a petržel a na méně úrodných půdách z cibulovin zvláště cibule a česnek.

Zeleniny třetí tratě jsou především luskoviny, na úrodných půdách případně i cibulové zeleniny.

Ve speciálních zelinářských osevních postupech se vhodně uplatňují jetelovinové hony pro zlepšení úrodnosti půdy a jejich příznivé účinky na ozdravení půdy. Často jsou však bez zúrodňujících jetelovin, ale s vysokými dávkami organických hnojiv.

Příklad zelinářského osevního postupu:

1. Brambory rané[xx] - ředkvička
2. Květák balíčkovaný[xx] - karotka
3. Okurky, rajčata[x]
4. Cibule, pór, česnek
5. Brambory rané[xx] - zelí rané
6. Luskovinoobilní směska ozimá - salát, špenát

(pozn. [x] hnojeno organicky – poloviční dávka, [xx] hnojeno organicky – plná dávka)

2.8.8 Osevní postup před zakládáním vytrvalých kultur (chmelnice, vinice, ovocné sady)

Vytrvalé kultury se zakládají na dlouhou řadu let. Proto je třeba dbát na výběr vhodných poloh a vhodných pozemků s kvalitní půdou. Současně je žádoucí, aby půda byla dobře připravena a to nejen z hlediska fyzikálního stavu, ale i z hlediska provzdušnění podorničních vrstev, obsahu živin v půdě a mikrobiálního života. Proto před založením těchto kultur má vybraný sled plodin velký význam. Velmi ceněny jsou hlubokokořenící rostliny, zejména vojtěška, pro své meliorační účinky a velké množství kvalitních posklizňových zbytků. Význam má rovněž zařazení plodin hnojených vysokými dávkami chlévského hnoje pro zlepšení mikrobiální činnosti v půdě a plodin s odplevelujícím účinkem. Při obnově vytrvalých kultur by odstup plodin měl být minimálně 6 i více let. Vhodný osevní postup tržním plodinám umožňuje vysokou produkci a zároveň zaručuje trvalou úrodnost půdy. Příklad: 1. krmná

řepa[xxx], 2. kukuřice silážní[xxx], 3. oves na píci s podsevem, 4.-6.vojtěška, 7. založení trvalé kultury.

2.8.9 Osevní postupy pro podmínky bez živočišné produkce

Tržní mechanismus v zemědělské produkci nutně vyvolává pružnou strukturální skladbu u většiny zemědělských podniků a zaměření podniků se řídí situací na trhu. Současně se zvyšuje specializace, kterou řada zemědělských podniků využívá a zabývá se pouze rostlinnou produkcí. Tyto podniky mají malou nebo dokonce vůbec žádnou plochu víceletých pícnin a musí hospodařit bez chlévského hnoje, který však má nezastupitelnou funkci na méně úrodných půdách vyšších oblastí. Proto podniky bez živočišné výroby mají větší možnost být úspěšné především v nížinných oblastech s úrodnými půdami. Organické hnojení je nutné řešit jinými způsoby (zaorávkou slámy obilnin, luskovin a olejnin, chrástu cukrovky a intenzivním zeleným hnojením při využití alespoň šestitýdenního meziporostního období. Široký poměr C:N slámy (až 76:1) je zapotřebí vyrovnávat na 30-20:1 dusíkatými hnojivy. **Diverzifikace strukturní skladby rostlinné produkce** a požadavky maxima zisku z hektaru si zvláště u menších farem často vynucují vyšší zastoupení některých skupin plodin a vysokou úroveň ochrany rostlin. Realizována však musí být taková struktura rostlinné produkce, která splní alespoň minimální zásady střídání plodin. Historicky potvrzený význam jetelovin nelze podceňovat, především z hlediska fixace vzdušného dusíku a melioračního vlivu hlubokokořenících plodin. Ukazuje se, že rostlinná produkce bez vazeb na produkci živočišnou je i u nás možná při respektování alespoň minimálního střídání alespoň 3-4 skupin plodin a dostatečného přísunu kvalitní organické hmoty do půdy. Příklady struktury plodin při výrazné specializaci:

pšenice 40%	pšenice 40%	pšenice 40%
ječmen 27%	ječmen 27%	ječmen 27%
cukrovka 33%	kukuřice 33%	brambory 33%

2.9 Hodnocení osevních postupů

Při respektování všech biologických, pěstitelských a organizačních i ekonomických hledisek je osevní postup velmi účinným a přitom nejlevnějším intenzifikačním opatřením.

K hodnocení návrhu je proto zapotřebí přistupovat komplexně, z pohledů produkce, vlivu na půdní úrodnost a ekonomicko-organizačních požadavků v celém rotačním cyklu, aby byly vytvořeny optimální pěstitelské podmínky pro všechny pěstované plodiny. Hlavní hlediska jsou:

- zajištění úkolů produkce s ohledem na požadavky trhu a marketingu, zabezpečení krmiv pro zvířata a udržování půdní úrodnosti,
- dodržování zásad střídání plodin, předcházení půdní únavě, regulace zaplevelení, ochrany proti chorobám a škůdcům a náhrady (nebo zvyšování) hladiny živin a humusu v půdě,
- intenzita využití půdy a realizace maximálního pokryvu půdy v průběhu celé vegetace (ozelenění půdy) vhodnými sledy plodin a využitím meziplodin,
- ekonomicko-organizační hlediska (soulad osevního postupu s potřebou a zajištěním pracovních sil, možnostmi využití mechanizačních prostředků a časového zvládnutí kvalitní práce).

2.9.1 Hodnocení výrobnosti

Hodnocení osevního postupu z hlediska produkce je nutné provádět v celém rotačním cyklu. Vzhledem k tomu, že se u jednotlivých druhů zastoupených v osevních sledech jedná o různé druhy produktů, je zapotřebí k vyjádření produkce použít přepočet na určité společné jednotky. Nejčastěji se k vyjádření výnosů používá tzv. **obilních jednotek** (jedna obilní jednotka = 100 kg zrna obilnin). K převodu výnosů ostatních plodin (jejich ekvivalentů) na obilní jednotky se využívají přepočítací koeficienty.

Podrobněji lze srovnávat a hodnotit výrobnost osevních postupů vyjádřením ve **škrobových jednotkách, stravitelných bílkovinách** případně i **energie** vypočítaných podle jejich obsahu v získané produkci.

2.9.2 Bilance organických látek v půdě

Organická hmota v půdě slouží jako bioenergetický materiál pro činnost mikroflóry. Je prekurzorem humusu a její významná část se mineralizuje. Tím je regulován živinný režim nejenom doplňováním zásoby živin v půdě, ale i převáděním živin do jiných forem. V půdní organické hmotě je obsaženo asi 99 % dusíku, 20-50 % fosforu a významná část draslíku. Osevní postup plní především úkol při zvyšování obsahu organické hmoty v půdě. Jeho důležitým úkolem je kontinuální přísun organických látek do půdy.

Odhaduje se, že v našich podmínkách se v závislosti na půdních a povětrnostních faktorech ročně rozloží cca 3,5 - 4,5 t ha^{-1}organických látek v sušině. Jejich dodávání do půdy je zajišťováno dvěma zdroji:

- posklizňovými zbytky zanechanými v půdě a na jejím povrchu,
- organickými hnojivy.

Předpokládá se, že posklizňové zbytky mohou krýt v bilanci organických látek přibližně 50-60 % a zbývajících 40-50 % by měla uhradit organická hnojiva.

Množství posklizňových organických zbytků po jednotlivých plodinách kolísá v závislosti na mnoha faktorech, což znesnadňuje objektivní hodnocení přísunu organické hmoty do půdy. V našich podmínkách zanechávají jednotlivé plodiny v půdě níže uvedené množství organické hmoty (sušina, $t.ha^{-1}$):

obilniny	2,0 -2,5
luskoviny	1,0 -2,5
okopaniny	0,9 -1,5
jeteloviny	3,0 -6,5
jetelovinotrávy (víceleté)	10,0 a více.

Z přehledu vyplývá, že obilniny a luskoviny vykazují ztrátovou bilanci organické hmoty v půdě. Velmi příznivě ovlivňují bilanci organické hmoty jeteloviny a jetelotrávy. Nejméně posklizňových zbytků zanechávají okopaniny, jejich hnojení statkovými hnojivy bilanci organické hmoty ovlivňuje pozitivně.

Vliv plodin a osevního postupu se vedle vztahu k bilanci organických látek a živin v půdě promítá i v obsahu humusu.

Víceleté pícniny zanechávají největší množství organických látek v půdě a jejich mineralizace je nejnižší. Pod okopaninami s nejnižším přísunem organické hmoty do půdy je naopak její mineralizace nejvyšší. Z toho vyplývá, že čím větší je zastoupení víceletých pícnin a nižší podíl okopanin, tím účinněji lze osevním postupem zlepšovat úrodnost půdy i při poměrně menším přísunu organických látek ve formě statkových hnojiv.

V příkladu uvedeném v tabulce 18 vychází negativní bilance organické hmoty v půdě, která by měla být vyrovnána např. zeleným hnojením nebo zaorávkou slámy s přihnojením dusíkem.

Tabulka 19: Příklad bilance organických látek v 10-honném osevním postupu

Plodina	Zastoupení (%)	Posklizňové zbytky	
		$t.ha^{-1}$	t
Vojtěška dvouletá	20	8,0	0,8
Obilniny	50	2,0	1,0
Okopaniny + chlévský hnůj	20	1,2+8,0 =9,2	0,24+1,6 =1,84
Luskoviny	5	1,5	0,075
Jednoleté pícniny	5	2,0	0,1
		Celkem	3,815

Bilanci organické hmoty v půdě je možné hodnotit také na základě normativů potřeby přísunu organických látek v organických hnojivech, které jsou vypočteny podle zastoupení hlavních druhů plodin v osevním postupu a s ohledem na různé druhy půdy.

Komplexní metodika výživy rostlin (1990) stanovuje normativy potřeby organických látek ve statkových hnojivech (0,8 - 2,2 t $ha^{-1}.rok^{-1}$) podle zastoupení hlavních druhů plodin v osevním postupu (víceleté pícniny, obilniny, plodiny okopaninového charakteru) a podle druhů půd (lehká, těžká, střední, velmi těžká). Normativy jsou aproximativně vypočteny na základě výzkumných pokusů.

Organická hmota je soubor neživých organických látek přírodního původu v půdě a patří sem:

1) Humusotvorný materiál (surová organická hmota), tj. odumřelé zbytky rostlin, živočichů a mikroorganizmů nepodléhající dosud transformačním procesům. Především se jedná o biomasu kořenů a posklizňových zbytků. Kromě množství je důležité také její chemické složení, které ovlivňuje rychlost jejího rozkladu. Nejrychleji se rozkládají vodorozpustné glycidy, poněkud pomaleji celulóza, hemicelulóza, bílkoviny a obtížně lignin a třísloviny.
2) Meziprodukty rozkladu a syntézy, tj. mezistupně přeměn humusotvorného materiálu. Jedná se o velké množství látek jako různých organických kyselin, aminokyselin, pektinů, sacharidů, bílkovin. Uvolňují se z humusotvorného materiálu nebo to jsou metabolity půdních organizmů. Humus, tj. organickou hmotu, která prošla humifikačními pochody, obsahující 52 - 62 % uhlíku, dělíme na tři základní frakce:
   - fulvokyseliny, které obsahují 45-48 % uhlíku, jsou rozpustné ve vodě, mají kyselý charakter, jsou dobře přijatelné rostlinami a uplatňují se jako tmely při vytváření půdní struktury, nezajišťují však její vodostálost,
   - huminové kyseliny jsou vysokomolekulární látky, především dusíkaté cyklické organické kyseliny, jsou důležitou složkou sorpčního komplexu, s jednomocnými kationty vytváří rozpustné soli, s vícemocnými kationty tvoří nerozpustné soli,
   - huminy, jsou složkou půdního humusu, která má vliv na chemické složení půdy a je velmi těžce rozložitelná i půdními organizmy.

Z výchozích organických látek je humifikováno v půdě asi 10 %. Péče o dostatek humusu v půdě spočívá v:

- intenzivním přívodu organické hmoty do půdy,
- usměrnění biologických pochodů v půdě,
- zabránění intenzivní mineralizaci humusových látek v půdě.

2.9.3 Hodnocení souladu mezi rostlinnou a živočišnou produkcí

Toto hodnocení má význam především v podmínkách nespecializovaných podniků, s obvyklým zastoupením hospodářských zvířat, pro která je třeba zajistit dostatečné množství krmiv a steliva. V orientačním posouzení se nejdříve pomocí převodních koeficientů zjistí počet dobytčích jednotek (DJ) v podniku (1 DJ = 500 kg živé váhy skotu). Souhrnně se požaduje zajištění roční krmné normy pro 1 DJ v množství 3,30 t sušiny pícnin ve zkrmitelném množství, z toho 2,59 t sušiny víceletých pícnin a 0,71 t sušiny jednoletých pícnin. V jednotlivých druzích krmiv a steliv se předpokládá následující celoroční potřeba na 1 DJ: 1,2 t sena,

2,0-2,5 t slámy (2/3 stelivová),
5,0 t zelené píce (6,0 t siláže, 2,0 t krmných okopanin),
0,4-0,6 t jadrných krmiv,

nebo 2,5 t sena (1/2 seno, 1/2 zelené píce 5:1),
2,0-2,5 t slámy (2/3 stelivová),
10,0 t šťavnaté píce (siláž, krmné okopaniny),
0,4 - 0,6 t jadrných krmiv.

Na základě ploch plodin a předpokládaných výnosů se vzájemně porovná výroba s potřebou krmiv a steliv.

Přesnější zjištění vzájemného souladu mezi oběma odvětvími musí vycházet ze zjištění potřeby krmiv a steliv, sestavené podle vzorových dávek pro jednotlivé druhy, věkové kategorie a užitkovost hospodářských zvířat, které porovnáváme s průměrnou produkcí plodin v rámci navrženého osevního postupu.

2.9.4 Bilance produkce a potřeby energie

V procesu fotosyntézy se v organické hmotě akumuluje 1-3 % veškeré sumární sluneční energie, což představuje produkci sušiny veškeré organické hmoty cca 20-60 $t.ha^{-1}$ ročně. Při teoretické účinnosti fotobiosyntézy 7,5 % může být v našich podmínkách maximální roční produkce sušiny veškeré organické hmoty 120 -130 $t.ha^{-1}$. V současné době se na 1 ha produkuje ve formě hlavního a vedlejšího produktu 5 - 25 t sušiny fytomasy (podle stanovištních podmínek).

Energetické hodnocení je významným objektivním měřítkem účinnosti rostlinné i zemědělské produkce jako celku. Kvantifikace energetických vstupů a výstupů poskytuje nový pohled na význam jednotlivých plodin v rámci osevního postupu v konkrétních podmínkách.

Umožňuje optimalizační propočty energetických racionalizačních opatření a hodnocení efektivnosti energetických vstupů.

Při růstu energetických vstupů roste zpravidla i objem produkce, avšak pomaleji než zvýšení dodatkové energie vkladů. Efektivnost energetických vkladů a jejich vliv na růst produkce jednotlivých plodin je však rozdílný.

V energetické bilanci se srovnávají vstupy energií do procesu produkce s energetickými výstupy. Energetické vstupy zahrnují:

- energii vnějšího prostředí (energie slunečního záření, energie akumulovaná v půdě, energie atmosféry, energie infrastruktury okolního prostředí),
- přímé energetické vklady (energie živé lidské práce, fosilní energie, jiné energetické zdroje),
- nepřímé energetické vklady (energie ve strojích, energie výrobků chemického průmyslu, energie v organických hnojivech, energie v osivech a sadbě, ostatní nepřímé spotřeby energií).

Energetické výstupy z rostlinné produkce jsou souhrnem energetického obsahu vyprodukované biomasy a nevratných energetických ztrát. Představují sumu energetických ekvivalentů hlavního a vedlejšího produktu, rostlinných zbytků a kořenové hmoty.

Výpočet energetického obsahu rostlinné produkce:

- Brutto energie (spalné teplo jednotky sušiny produkce) 1t sušiny = 17,58 GJ
- Netto energie (užitná energie) 1 ŠJ = 9,868 GJ
- Energetická účinnost (vklad energie-input : zisk energie-output); je to tedy poměr získané efektivní energie k energii vložené.

POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

ACADEMIA: Naše společná budoucnost. Světová komise pro životní prostředí a rozvoj, Academia Praha, 1991.

BARNETT, V. - PAYNE, R. - STEINER, R.: Agricultural sustainability - economic, environmental and statistical consideration. John Wiley&Sons, 1995, 266 p.

BENCKISER, G.- SCHNELL, S. (Ed.): Biodiversity in agricultural production systems. CRC Press, 2006, 429 pp. ISBN 978-1-57444-589-3

BERANOVÁ, M. - KUBAČÁK, A.: Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě**,** Nakladatelství LIBRI v Praze, 2011, 430 s.

BRANT, V. a kol.: Meziplodiny. 1. vyd. České Budějovice: Kurent, 2008. 86 s. ISBN 978-80-87111-10-9.

ČERVENÝ, A.: Zařízení a odhadování statků, Mat. Rolnická Praha, 1871, 196 s.

DOUCHA, T.: Trvale udržitelné zemědělství v podmínkách USA. Seriál článků, Bionoviny č. 9 a další, srpen 1993.

DUCHOŇ, F. - HAMPL, J.: Agrochemie. ČSAZ ve spolupráci se SZN, Praha, 1962.

DUVIGNEAU, P.: Ekologická syntéza. Academia, Praha, 1988.

DYKYJOVÁ, D. a kol.: Metody studia ekosystémů. Academia, Praha, 1989.

EVANS L. T. - FISCHER, R. A.: Yield potential: Its definition, measurement, and significance. Crop Sci., 39 (6) 1999, 1544–1551.

FERSMAN, A. E.: Geochimia, 1-4, Leningrad, 1933-1939.

FFREYER, B.: Fruchtfolgen – Konventionel-Integriert-Biologisch, Eugen Umler GmbH & Co. Stuttgart, 2003, 230 s., ISBN 3-8001-3576-0.

FRESCO, L. O. - STROOSNIJDER, L. - BOUMA, J. - van KEULEN, H. (Eds): The future of the Land - Mobilising and integrating knowledge for land use options. John Wiley & Sons, Chichester - New York – Brisbane - Toronto - Singapore, 1994.

HABR, J. - VEPŘEK, J.: Systémová analýza a syntéza. SNTL, Praha, 1986.

HAVLÍČEK, V. a kol.: Agrometeorologie, SZN, Praha, 1986.

HLAVÁČEK, M. et al.: Strategie pro růst - české zemědělství a potravinářství v rámci společné zemědělské politiky EU po roce 2013, MZe Praha 12. 12. 2012, 72 s. http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/koncepce-a-strategie/strategie-pro-rust.html

HORÁK, Z. - KRUPKA, F.: Fyzika, SNTL, Alfa, Praha, 1976,

HRON, J.: Řízení zemědělských podniků. Skriptum. VŠZ, Praha, 1987.

KINDL, H. - WÜBER, G.: Biochemie rostlin, Academia, Praha, 1981.

KLEČKA, A.- KUNZ, E.: Směsky a sdružené kultury, Agr. nakl. společnost Praha, 1963.

KLEČKA, J.: Bonitace čs. zemědělských půd a směry jejich využití. Praha - Bratislava, FMZVž, 1. díl, 1984.

KOHOUT, J. - ŠKODA, V. - ZITTA, M.: Obecná produkce rostlinná, Skriptum VŠZ Praha, 1992, 210 s.

KOLEKTIV: Bonitace čs. zemědělských půd a směry jejich využití, 3. díl, Federální ministerstvo zemědělství a výživy spolu s republikovými, Praha - Bratislava, 1989.

KOLEKTIV: Public LPIS – veřejná část aplikace LPIS, Uživatelská příručka, srpen 2014 http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/download/Uzivatelska_prirucka_pLPIS.pdf

KOLEKTIV: Půda - situační a výhledová zpráva. MZe ČR, Ústřední pozemkový úřad, Praha, prosinec 2012.

KOLEKTIV: Půda - situační a výhledová zpráva. MZe ČR, VÚZE, Praha, srpen 1996.

KOLEKTIV: Rajonizace zemědělské výroby v ČSSR, SZN, Praha, 1960

KOLEKTIV: Strategie pro růst - české zemědělství a potravinářství v rámci společné zemědělské politiky EU po roce 2013", Praha 12. 12. 2012, http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/koncepce-a-strategie/strategie-pro-rust.html

KOLEKTIV: Zpráva o stavu českého zemědělství 1995 „Zelená zpráva". Zpracoval VÚZE pod gescí MZe ČR, vydalo MZe ČR v Agrospoji, 1995, 263 s.

KOLEKTIV: Zpráva o stavu českého zemědělství 1995 „Zelená zpráva": Zpracoval Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky pod gescí MZe ČR, vydalo Mze ČR v Agrospoji, 1995, 263 s.

KOLLÁR, B.: Poľnohospodárské sústavy - II. časť. VŠP v Nitre, Skripta AF, Príroda, Bratislava, 1990, 150 s.

KOS, M.: Typové struktury plodin pro jednotlivé hlavní půdní jednotky (HPJ) ČSR.

KOSTELANSKÝ, F. a kol.: Obecná produkce rostlinná. Skriptum, MENDELU Brno, 1997, 213 s.

KREJČÍŘ, J.: Obecná produkce rostlinná - osevní postupy. Skriptum AF VŠZ v Brně, 1990.

KREJČÍŘ, J.: Obecná produkce rostlinná. Skripta AF VŠZ v Brně, VŠZ Brno1990, 218 s.

KUDRNA, K.: Zemědělské soustavy. SZN Praha, 1979-I. Vyd. 660 s., 1985-II. vydání 708 s.

KUDRNA, K. a kol.: Biosféra a lidstvo. Academia, Praha, 1988. 532 s.

KUTIL, J.: Czechoslovak Agriculture. Orbis Press Ag. Praha, 1983, 125 s.

KVĚCH, O. - COUFAL, V. - ŠKODA, V.: Biologické základy zemědělské výroby. Skripta VŠZ Praha, MON, 1987.

KVĚCH, O. a kol.: Osevní postupy. SZN Praha, 1985, 208 s.

LARCHER, W.: Fyziologická ekologie rostlin, Academia, Praha, 1988.

LOKAJ, Z. - ŠAFRÁNKOVÁ, I.: Integrovaná zemědělská produkce - principy a technologické směrnice. Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Odbor zkoušení prostředků a metod ochrany rostlin, Zprávy, 35, 1994, č. 3, s. 7-44.

LOM, F.: Vývoj osevních postupů a soustav hospodaření v českých zemích. In: Vědecké práce Zemědělského muzea, Praha. SZN, č. 13, 1973, s. 215-263.

LOM, F.: Ekonomika osevních postupů. VŠE Praha, 1977, 88 s.

LÜTKE ENTRUP, N.: Zwischenfrüchte im umweltgerechten Pflanzenbau. Bonn: aid, 2001, 87 s. ISBN 3-8308-0161-0.

MÍCHAL, I.: Ekologická stabilita. Vydalo nakladatelství Veronika s příspěvkem Ministerstva životního prostředí České republiky, Brno 1994, 275 s.

MORAVEC, J. a kol.: Fytocenologie. Academia, Praha, 1994.

NÁTR, L.: Rozvoj trvale neudržitelný. Nakladatelství Karolinum, Praha, 2005, 102 s. ISBN 80-246-0987-8

NEUERBURG, W. - PADEL, S.: Ekologické zemědělství v praxi. Nadace pro organické zemědělství FOA, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 1994, 477 s.

NIEWIADOMSKI, W.: Hodnocení speciálních osevních postupů, Acta Univ. Agr. Brno, 1982, č. 3, s. 9-12.

Nitrátová směrnice: http://www.nitrat.cz/

O'NEILL, R. V. - VEANGELIS, D. L. - WAIDE, J B. & ALLEN, T. F. H.: A Hierarchical Concept of Ecosystems. Princeton: Princeton University Press 1986.

OBOŇA, J.: Systémy a systémová analýza v praxi. Alfa, Bratislava, 1990.

ODUM, E. P.: Základy ekologie, Academia Praha, 1984.

ODUM, E.: Základy ekologie. Academia, Praha, 1977.

PASSIOURA, J. B.: Accountability, philosophy and plant physiology. Search **10**, 1979, pp. 347-350.

PETR, J. - ČERNÝ, - HRUŠKA, a kol.: Tvorba výnosu hlavních polních plodin. SZN, Praha, 1980.

PETR, J. - DLOUHÝ, J. a kol.: Ekologické zemědělství. ZN Brázda, Praha, 1992, 312 s.

POLYNOV, B.B.: „Geochemical Landscapes", in: Geographical Studies, Geografgiz, 1952.

POPOV, E G.: Osnovy rasčota zaděržanija talych vod v bassejnach, Trudy Cip, 24 (51), 1951.

PRAŽAN, J. a kol.: Vybrané otázky trvalé udržitelnosti zemědělství, Výzkumná studie č. 16, Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha 1994, 48 s.

PREUSCHEN, G.: Polní hospodářství, osevní postupy, MZČR Praha, 1990, 40 s.

PULKRÁBEK, J. - ŠVACHULA, V. a kol.: Rádce hospodáře - Rostlinná výroba, SSZ ČR Praha, 1995, 178 s.

RABBINGE, R.: The ecological background of food production. In: D. J. Chadwick, J. Marsh (Eds.), Crop Protection and Sustainable Agriculture, Ciba Foundation Symposium 177, John Wiley, UK, Chichester, 1993, pp. 2–29.

SLAVÍKOVÁ, J.: Ekologie rostlin. SNP, Praha, 1986.

ŠAFRÁNKOVÁ, I.: Další vývoj systémů zemědělské produkce nezatěžující životní prostředí - projekt „Třetí cesta". Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Odbor zkoušení prostředků a metod ochrany rostlin, Zprávy, 35, 1994, č. 4, s. 6-40.

ŠARAPATKA, B. a kol.: Agroekologie – východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření. Bioinstitut, 2010, 440 s. ISBN 978-80-87371-10-7.

ŠEBÁNEK, J. a kol.: Fyziologie rostlin, SZN, Praha, 1983.

ŠIMON, J. a kol.: Nové zásady pro sestavování osevních postupů, SZN Praha, 1962, 126 s.

ŠTACH, J.: Základy teorie systémů. SNTL, Praha, 1982.

VACEK, K. - NAUŠ, J.: Vybrané partie z fyziky pro biology, Academie, Praha, 1986.

VACH, M. a kol. Pěstování strniskových meziplodin: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009. 34 s. ISBN 978-80-7427-009-3.

VEREIJKEN, P.: A methodic way to more sustainable farming systems. Netherlands Journal of Agricultural Science, 40, 1992, s. 2O9-223.

VEREIJKEN, P.: Research for EU and associated coutries on integrated and ecological arable farming systems. Progres report 2-Designig and testing prototypes, DLO Research Institute for Agrobiology and Soil Fertility (AB-DLO), Wageningen, August 1995.

VRBENSKÝ, V.: Osevní postupy z hlediska pěstitelského, Vesmír Praha, 1946, 61 s.

VYMĚTAL, V. - ŘÍMOVSKÝ, K.: Zemědělské soustavy - Osevní postupy, Skriptum VŠZ Brno, 1986, 65 s.

WÜNSCH, Z. - DOSTÁL, C. - VESELÝ, A.: Základy lékařské kybernetiky. Avicenum, Praha, 1977.

WEINER, J.: Ecology – the science of agriculture in the 21st century. In: Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press, 141, 2003, pp. 371-377.

ZIMOVÁ, D.: Low input systémy pěstování plodin ve světě. Studijní informace, ÚVTIZ Praha, 1992, č. 2, 48 s.

Autor	prof. Ing. Jan Křen, CSc. Ing. Lubomír Neudert, Ph.D. Ing. Blanka Procházková, CSc. doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D.
Název titulu	OBECNÁ PRODUKCE ROSTLINNÁ – 1. ČÁST
Vydavatel	Mendelova univerzita v Brně Zemědělská 1, 613 00 Brno
Vydání	První, 2015
Náklad	200 ks
Počet stran	146
Tisk	ASTRON studio CZ, a.s.; Veselská 699, 199 00 Praha 9 Neprošlo jazykovou úpravou.
ISBN	**978-80-7509-325-7**

Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.
Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ